Anatomie.

ESSAI SUR LES VEINES DU RACHIS.

Physiologie.

RECHERCHES HISTORIQUES ET EXPÉRIMENTALES SUR LA FORMATION DU CAL.

Chirurgie.

CONSIDÉRATIONS ET OBSERVATIONS ANATOMIQUES ET PATHOLOGIQUES SUR LA HERNIE FÉMORALE, OU MÉROCÈLE.

Art de l'Anatomiste.

DE LA DESSICCATION ET DES AUTRES MOYENS DE CONSERVATION DES PIÈCES ANATOMIQUES.



THÈSES

Présentées et soutenues publiquement devant les Juges du Concours, le 28 Avril 1819,

PAR GILBERT BRESCHET,

Docteur en médecine de la Faculté de Paris, Prosecteur à la même Faculté, premier aide de clinique externe à l'Hôtel-Dieu, etc.

A PARIS,

Chez MÉQUIGNON-MARVIS, Libraire pour la partie de Médecine, rue de l'Ecole de Médecine, n° 3, près celle de la Harpe.

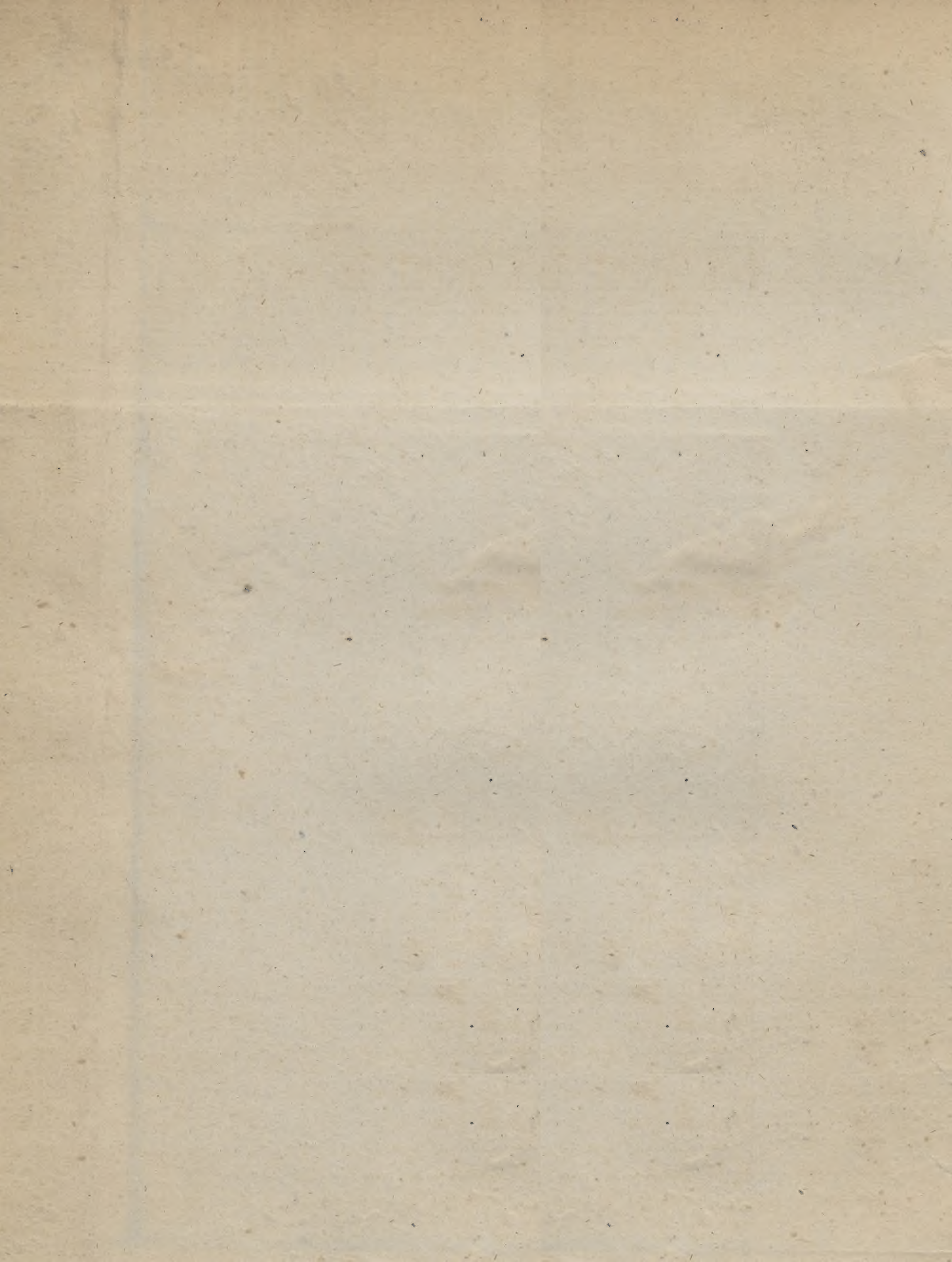
1819.

SECONDE THÈSE.

Physiologie.

RECHERCHES
HISTORIQUES ET EXPÉRIMENTALES
SUR LE CAL.

> Tout le monde est d'accord que les lumières empruntées aux sciences physiologiques perfectionnées, doivent enfin éclairer la théorie des affections chirurgicales, et fournir au pathologiste des secours analogues à ceux que l'anatomie assure à l'opérateur.
>
> RICHERAND, *Nosographie chirurgicale*, tome Ier, page XLVII.



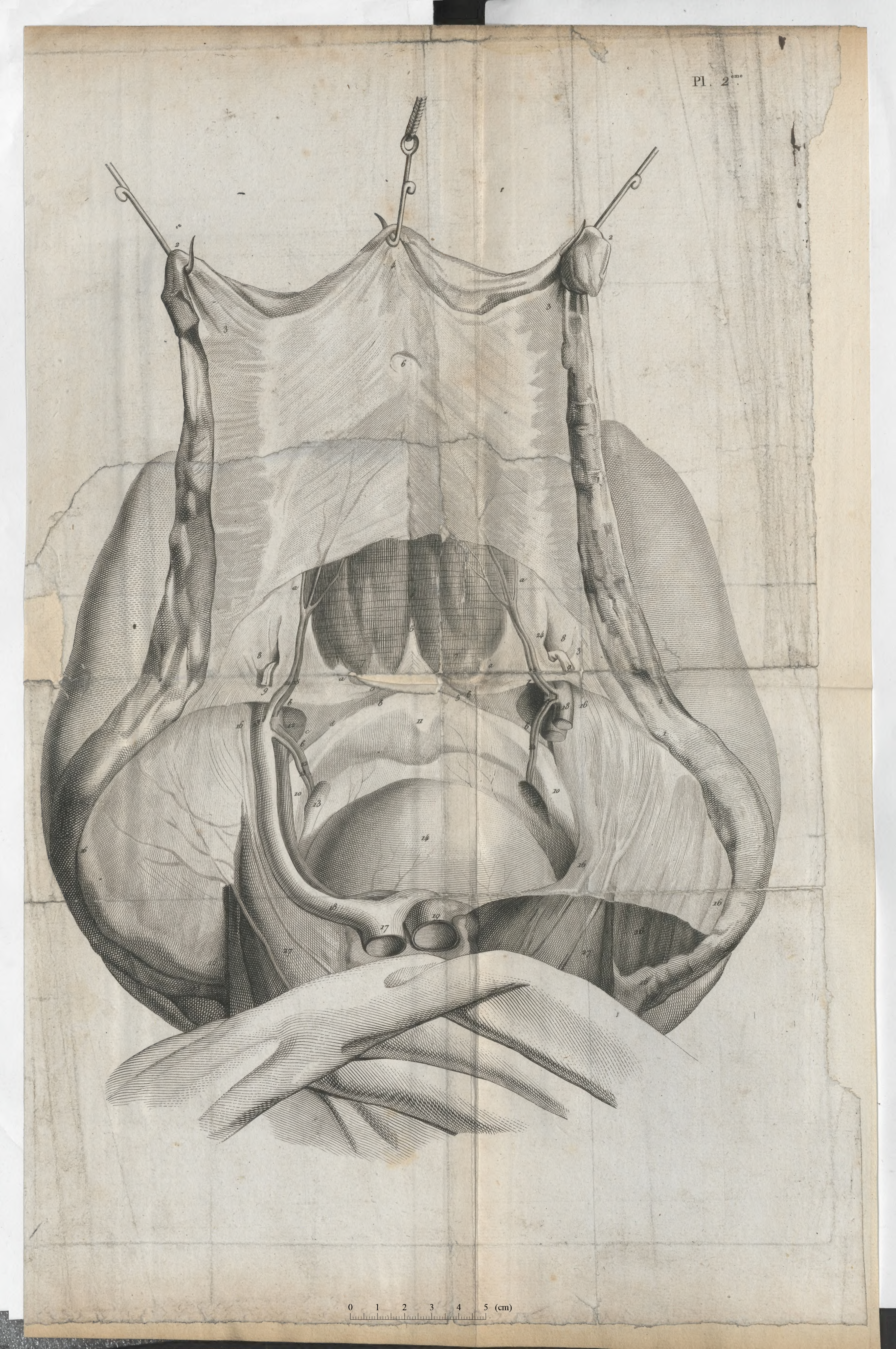
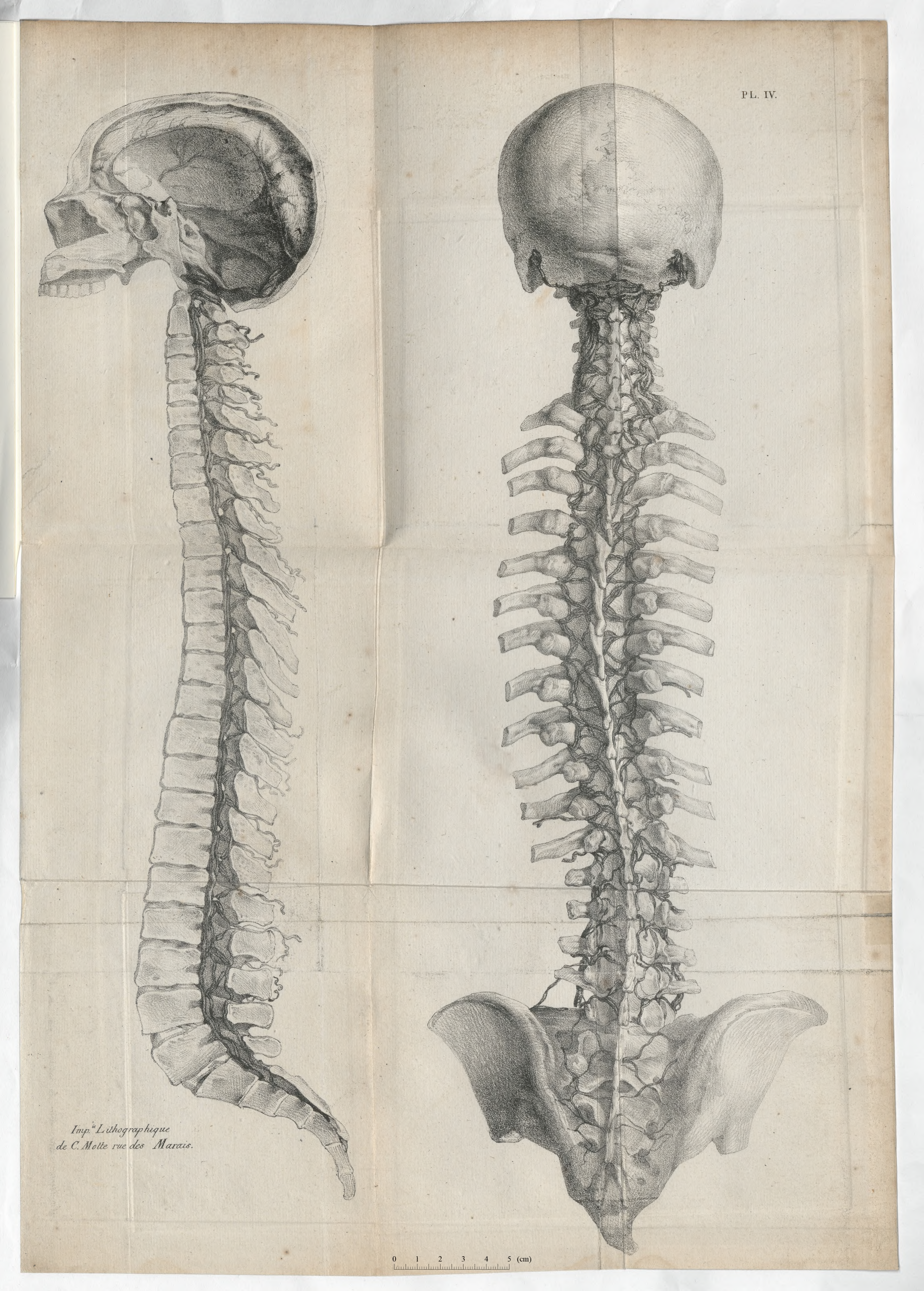

0 1 2 3 4 5 (cm)


Fig. 1.ere
Fig. 2.eme
Dessiné par V. Adam
Gravé par Adam
0 1 2 3 4 5 (cm)


PL. IV.
Impie Lithographique
de C. Motte rue des Marais.
0 1 2 3 4 5 (cm)

QUELQUES RECHERCHES
HISTORIQUES ET EXPÉRIMENTALES
SUR LE CAL.

PREMIÈRE SECTION.

Exposé des diverses doctrines sur la formation du Cal.

Peu de sujets ont autant exercé la sagacité des physiologistes et des chirurgiens, que la formation du cal. Quelque opposées que paraissent d'abord leurs opinions, elles peuvent néanmoins être ramenées aux cinq suivantes. On a fait résulter le cal, 1° d'une matière glutineuse qui, épanchée entre les fragments de l'os, les ferait adhérer les uns aux autres ; 2° de l'organisation et de l'ossification successive du sang extravasé ; 3° de la cicatrisation et de l'ossification du périoste et de la membrane de la moelle ; 4° de l'ossification de bourgeons charnus qui s'élèvent des surfaces de la fracture, et cicatrisent en se réunissant ; 5° enfin on a combiné entre elles les idées principales de ces systèmes, ce qui a donné naissance à des théories mixtes.

§ I. *La formation du cal attribuée à une matière glutineuse épanchée entre les fragments osseux.*

Suivant la plus ancienne manière d'expliquer la réunion des fractures, on attribue cette réunion à une sorte de glu, à un fluide visqueux (appelé *suc osseux*, ou *lymphe coagulable*, par quelques modernes) qui, exsudant des surfaces de la solution de continuité, acquerrait de la consistance, se durcirait, et réunirait les fragments, de même que la colle forte réunit

et fait adhérer l'un à l'autre deux morceaux de bois. Telle est l'idée qu'on eut de la formation du cal, jusque vers le milieu du 18e siècle, époque à laquelle Duhamel-du-Monceau publia les résultats de ses expériences sur ce sujet.

Haller (1) partagea toujours le sentiment des anciens. Frappé de l'obscurité des auteurs dans leurs explications du mécanisme des cicatrices, et sur-tout de celles des os, ce grand physiologiste crut devoir recourir à son oracle ordinaire, aux expériences. Il conclut de celles que Dethleef (2), son élève, fit d'après ses conseils et sous sa direction, que le cal est formé par un suc provenant des surfaces osseuses fracturées, et principalement de la moelle; que ce suc s'épanche autour des fragments, s'épaissit par degrés, devient cartilagineux, puis osseux, sans que le périoste concoure au rétablissement de la continuité de l'os.

§ II. *La formation du cal attribuée à l'organisation et à l'ossification successive du sang extravasé.*

John Hunter, et tout récemment M. John Howship, ont considéré le cal comme dépendant de l'organisation et de l'ossification successives du sang extravasé.

Le premier, en appliquant sa théorie de l'inflammation adhésive (3) à la réunion des os, n'a eu qu'à admettre l'organisation du sang, et son passage successif aux états cartilagineux et osseux (4).

Le second (5) explique la formation du cal par les changements que subit le sang épanché, 1° à l'orifice de la cavité médullaire des fragments; 2° dans le tissu du périoste; 3° entre les fragments eux-mêmes. Ce sang, dit M. J. Howship, se coagule d'abord, il perd ensuite la plus grande partie de sa matière colorante, se pénètre de vaisseaux, passe à l'état cartilagineux, et enfin devient osseux. Selon cet anatomiste, c'est lorsque

(1) Mém. sur la formation des os, in-12, Lausanne, 1758. — Elementa physiologiæ, tom. VIII, sect. IV.

(2) Dissertat. inauguralis exhibens ossium calli generationem, etc., Gottingæ, 1753.

(3) Traité sur le sang, l'inflammation, etc., traduit de l'anglais par J. Dubar, vol. II, p. 166 et suivantes.

(4) Voy. le Mémoire de M. John Howship. On the union of fractured bones, medico-chirurgical-Transactions, vol. IX, part. I, pag. 167, 168.

(5) Experiments and observations on the union of fractured bones, medico-chirurgical-Transactions, vol. IX, part. I, pag. 143. London, 1818.

le sang infiltré dans le périoste a perdu sa couleur, que cette membrane prend par degrés les caractères des cartilages, pour revêtir ensuite ceux des os eux-mêmes. Suivant lui, le travail du cal entre les fragments, consiste dans l'envahissement, par l'ossification, du caillot placé entre les bouts de la fracture, et cet envahissement se fait à-la-fois des deux côtés.

M. Howship prétend aussi que, dans la consolidation d'une fracture, l'ossification qu'il nomme *externe* ne commence pas dans le point où les deux parties de l'os sont le plus rapprochées, mais sur l'un ou l'autre côté de ce point. (*Voy.* les figures 4 et 5 de ses dessins.)

De la quantité de fluide épanché résulte le volume et la forme du cal. Ce qu'il y a de plus remarquable dans l'ouvrage de M. Howship, c'est la description qu'il donne des vaisseaux du cal : il les a vus et injectés en nombre prodigieux, sur des lapins, depuis le cinquième jour de la fracture jusqu'au vingt-troisième inclusivement.

L'analogie qui existe entre cette théorie et la manière ancienne de concevoir le cal, nous a engagés à les rapprocher ici.

§ III. *La formation du cal attribuée à la cicatrisation et à l'ossification du périoste et de la membrane médullaire.*

Duhamel-du-Monceau (1) croyait que le périoste est aux os, ce que l'écorce est aux arbres, et qu'assez souvent la membrane médullaire opérait seule la réunion des fractures. C'était, selon lui, la tuméfaction du périoste et de la membrane médullaire, leur allongement d'un fragment vers l'autre au point de se joindre, leur union par l'ossification, qui produisait ce cal, « en formant autour des bouts d'os rompus entre lesquels ils se prolongent fréquemment, tantôt une virole simple, d'autres fois une virole double qui les assujettit en même temps qu'elle s'y soude. » On sait à combien de débats, de répliques et de controverses a donné lieu cette théorie, imaginée et présentée d'une manière exclusive pour les fractures simples. On sait aussi que, parmi ses partisans et ses détracteurs, plusieurs ont également exagéré les faits, soit pour la soutenir, soit pour la combattre. Mais quelque opinion qu'on ait adoptée, on ne peut s'empêcher de reconnaître l'exactitude d'un grand nombre d'observations de Duhamel, et d'admirer dans ses expériences une pré-

(1) Mém. de l'acad. des sciences, années 1739, 1741, 1742 et 1743.

cision qu'on n'était pas en droit d'attendre d'un homme étranger à l'anatomie.

Il n'est pas douteux que son explication, considérée même dans ce qu'elle a d'inexact, n'a pas été sans utilité pour la science. Elle a souvent appelé l'attention sur la doctrine importante des cicatrices des os; et c'est en grande partie à Duhamel que nous devons les expériences et les travaux de Haller, de Dethleef, de Bordenave, de Troja, etc., sur la même matière.

Fougeroux (1) a adopté, sans restriction, toutes les idées et toutes les explications de Duhamel, concernant les ossifications ordinaires et accidentelles. Ses recherches, peu importantes en elles-mêmes, n'ont été entreprises que pour répondre aux critiques de Haller et à celles de Bordenave.

L'opinion qu'il défendait n'était plus citée que dans l'histoire de la science, lorsque M. le professeur Dupuytren (2), depuis long-temps livré à des recherches sur les altérations des tissus organiques dans les maladies, nous a ramenés au sentiment de Duhamel, et a même donné une nouvelle extension à la théorie de ce dernier; en effet, il a vu, ainsi que M. Cruveilhier (3), non-seulement le périoste s'ossifier dans la formation du cal, mais encore souvent le tissu lamineux, les ligaments et même la portion charnue des muscles dans leurs couches profondes, se confondre avec le périoste, pour former d'abord une sorte de virole osseuse qui entourait et retenait les bouts de l'os divisé.

Suivant la théorie du célèbre professeur de Paris, il faut distinguer deux temps dans le cal, ou plutôt deux cals qui se succèdent dans leur formation : le *cal provisoire* et le *cal définitif*.

Le premier travail du cal, le *cal provisoire*, est effectué dès que le système médullaire des deux fragments s'est réuni et a formé à leur intérieur une sorte de bouchon osseux qui les joint, et qu'à l'extérieur le périoste, soit seul, soit avec le tissu cellulaire et même avec les muscles, a formé une virole qui entoure la fracture, aux fragments de laquelle elle est également adhérente. Jusque-là, les surfaces de la fracture ne sont pas encore

(1) Mém. sur les os, pour servir de réponse aux objections proposées contre le sentiment de M. Duhamel-du-Monceau, etc. Paris, 1760.

(2) Cours d'anatomie pathologique.

(3) Essai sur l'anatomie pathologique, par Cruveilhier. Paris, 1816.

réunies entre elles, ni même altérées au milieu du tissu osseux de nouvelle formation qui constitue le premier cal; la solidité et la résistance de celui-ci sont de beaucoup inférieures à celle de l'os, ce qui fait que si une fracture nouvelle a lieu au même os, ce sera précisément dans le point de la première qu'elle s'effectuera.

Mais, lorsqu'après quatre ou cinq mois au plus, la cavité médullaire commence à se rétablir à l'endroit oblitéré; que la substance osseuse accidentelle produite par l'ossification extérieure, se resserre, diminue de volume; que le périoste, le tissu cellulaire et les muscles cessent d'être ossifiés, ou subissent le travail qui doit les ramener à leur état primitif; qu'enfin, et c'est là le caractère essentiel du second cal, le travail de la réunion des surfaces de la rupture se passe dans les deux bouts ou dans ces mêmes surfaces; alors commence à se former le cal définitif, lequel n'est achevé qu'après huit mois, ou même plus tard. Cette époque est caractérisée par le retour de toutes les parties à leur état ancien, à cela près de la difformité de l'os et d'une solidité tellement considérable dans le cal, que jamais l'os ne se fracture à l'endroit de la réunion.

Cette théorie, qui ressemble sous quelques rapports à celle de Duhamel, puisque, comme cet académicien, M. le professeur Dupuytren place dans le périoste le travail du cal, en diffère cependant essentiellement. Duhamel, en effet, n'a pas considéré cette ossification comme un travail provisoire, tandis que M. Dupuytren la regarde comme simplement destinée par la nature à maintenir les fragments en contact, jusqu'à ce que la cicatrisation définitive se soit opérée entre les bouts fracturés; travail toujours plus tardif et plus long, car il se passe dans des tissus denses, compactes, et où tous les phénomènes vitaux se montrent avec un caractère particulier de lenteur. Le point le plus important de cette théorie de M. Dupuytren, est son application à la pratique de la chirurgie, qu'elle éclaire et qu'elle dirige.

§ IV. *La formation du cal attribuée au développement de bourgeons qui s'élèvent des surfaces de la fracture, se cicatrisent ensemble et s'unissent.*

Bordenave (1) est le premier qui ait cru voir dans le cal une cicatrice

(1) Deux mémoires : le premier a pour titre : Essai sur le mécanisme de la nature dans la génération du cal; et le second : Recherches sur la façon dont se fait la réunion de ces fractures. (Voy. l'ouvrage de Fougeroux, auquel ces mémoires sont joints.)

analogue à celle des parties molles, c'est-à-dire, produite par le développement de bourgeons charnus qui d'un fragment vont à la rencontre de ceux de l'autre, s'unissent et reçoivent ensuite le sel calcaire, qui donne à la substance de la cicatrice le caractère osseux. « Les os fournissent d'abord par leurs extrémités rompues un suc qui est la première matière de leur réunion ; ce suc s'épaissit par son séjour, il prend une forme osseuse, et lorsque les tissus vésiculaires dilatés fournissent des vaisseaux qui vont s'aboucher, alors le canal devient semblable à l'os même. »

Quelques contradictions qui se remarquent dans ces deux mémoires de Bordenave, et la manière dont les faits sont présentés, nous portent à croire que dans la persuasion que la question était décidée, cet auteur a cru souvent pouvoir se dispenser d'interroger la nature ; c'est pourquoi nous pensons qu'il ne doit pas être regardé comme pouvant faire autorité.

M. le professeur Richerand (1), Bichat (2), et Scarpa (3), ont aussi vu dans le cal une cicatrice analogue à celle des parties molles, et due au développement de bourgeons charnus qui s'unissent, reçoivent ensuite le phosphate de chaux, et rétablissent ainsi la continuité du tissu osseux. Ce que M. le professeur Richerand et Bichat ont écrit sur le cal, a toute la force des démonstrations analogiques. Scarpa a voulu faire servir le cal à étayer l'opinion que le tissu osseux est réticulaire et cellulaire ou alvéolaire; aussi présente-t-il la formation du cal comme une preuve démonstrative de cette structure des os.

Henri Callisen (4), André Bonn (5), John Bell (6), paraissent avoir eu sur le cal des idées analogues à celles des physiologistes célèbres que je viens de citer. Le premier expliquait sa formation par le prolongement entre les fragments de vaisseaux qui naissent des extrémités rompues, et par le dépôt ultérieur de la matière osseuse, c'est-à-dire, du phosphate calcaire. Il

(1) Nosograph. chirurg. Considérations générales sur les fractures tom. III, de la troisième édit., 1812.

(2) Anat. générale, tom. III, pag. 81 et suiv., in-8, Paris, 1801.

(3) De penitiori ossium structurâ Commentarius. (Voyez les mémoires de physiol. et de chirur. pratique, par Scarpa et par J.-C.-F. Léveillé, in-8, Paris, 1804.)

(4) Adnotationes circà callum ossium. (Vide Acta societatis medicæ Hauniensis, vol. I, ann. 1777.)

(5) Descriptio thesauri ossium morbosorum, etc., 1783, in-fol.

(6) The Principles of surgery, in-4°, Edinburgh, 1801, tom. I, pag. 501.

expliquait par l'allongement considérable des vaisseaux, la réunion en un seul cal d'os voisins fracturés simultanément, comme on le voit quelquefois à la jambe et à l'avant-bras.

André Bonn s'est rigoureusement abstenu d'expliquer les phénomènes, et s'est borné à exposer ce que lui avaient appris ses sens. Ce qu'il dit repose entièrement sur les dissections de cadavres d'hommes, et sur ce que lui ont présenté un grand nombre de pièces osseuses pathologiques, desséchées ou conservées dans la liqueur. Il ne paraît point que Bonn ait fait des expériences sur les animaux ; mais il a cherché à s'éclairer des faits observés par les autres et de l'analogie. Il faut convenir qu'il y a dans son ouvrage des rapprochements très-heureux, et qu'une érudition immense, bien choisie, contribue encore à fortifier ses idées. Voici la conséquence générale qu'il croit pouvoir tirer : « Dans l'homme, le cal imparfait est membraneux ou ligamenteux. Il ressemble d'abord à de la chair, puis il acquiert la consistance et la ténacité du cuir ; mais son passage à l'état osseux n'est jamais précédé de celui de vrai cartilage. Le cal parfait est organisé et fait partie de l'os ; quelquefois on le trouve entièrement solide comme sont les os malades, et d'autres fois il se ramollit et se dissout par la carie. Le mode qu'emploie la nature pour opérer ces choses est inconnu (1). »

John Bell décrit le cal comme étant formé d'abord par une substance molle, flexible, située entre les fragments dont elle produit la réunion. Suivant ce chirurgien célèbre, c'est le rétablissement de la continuité des vaisseaux de l'os qui le constitue. Samuel Cooper, en adoptant toutes les opinions de John Bell, définit le cal à l'état parfait, un nouvel os, ou la substance ossifiée par laquelle les bouts d'un os, fracturés, sont réunis (2).

§ V. *Combinaison des idées principales des théories que nous venons d'exposer, d'où résultent des manières mixtes de concevoir la formation du cal.*

Pierre Camper (3), cet homme célèbre, qui rendit de si grands services aux sciences physiques et naturelles et à la philosophie, croyait que, dans

(1) Ouv. cité, pag. 199 et 200.

(2) Dictionary of practical surgery, London, 1818.

(3) Essays and observat. physic. and literary of Edinburgh, 1771, vol. III, art. XXVIII, pag. 544. C'est dans l'ouvrage de *Bonn*, pag. 3, que nous avons trouvé l'opinion de Camper.

la réunion des os fracturés, les fragments s'unissent par un double cal : l'un extérieur, naissant d'une gélatine fournie par les vaisseaux et les fibres osseuses, qui se condense au-dessous du périoste, et devient ensuite substance osseuse ; l'autre intérieur, produit par l'allongement et la séparation des lames osseuses internes, ou l'expansion du tissu compact de l'os, pour oblitérer le canal médullaire.

M. Delpech (1), dans l'article *Cal*, du Dictionnaire des Sciences médicales, paraît disposé à embrasser l'opinion de Haller, plutôt que celle des autres auteurs. Plus tard, dans son ouvrage sur la chirurgie, il émet un sentiment qu'il paraît avoir puisé dans ses relations amicales avec M. le professeur Dupuytren, auquel il se serait sans doute plu de rendre justice, s'il ne s'était imposé l'obligation de ne citer personne. Il reconnaît un premier travail de la nature pour réunir les fragments, puis un second par lequel le point d'union se solidifie et acquiert la consistance osseuse.

Michel Troja (3) a vu les bouts de la fracture se couvrir, dans les premiers jours, d'une matière gélatineuse, qui devenait bientôt abondante, et se convertissait peu-à-peu en cartilage, puis en substance osseuse. Il a aussi observé le gonflement du périoste jusqu'à une certaine époque, après laquelle cette membrane diminuait d'épaisseur ; enfin, une ossification intérieure remplissant la cavité médullaire près de la fracture, et une autre ossification extérieure dont l'existence était constante.

Les faits que rapporte Troja sont d'une exactitude parfaite; il observe avec attention, et raconte avec candeur ce qu'il a vu, sans poursuivre, comme Duhamel, une idée favorite et exclusive : ses expériences présentent en plusieurs points des résultats parfaitement semblables à ceux que nous avons obtenus.

M. le professeur Boyer (3) pense que la consolidation d'un os fracturé est analogue à la cicatrisation des parties molles, et que le périoste et la membrane médullaire contribuent beaucoup à la formation du cal. « Mais, ajoute-t-il, il n'est pas probable qu'il s'élève des bourgeons charnus de la surface des fragments. Ces bourgeons ne paraissent que sur les os dénudés; ils n'ont jamais lieu sans suppuration, et la suppuration pourrait

(1) Diction. des Sciences méd., tom. III, art. *Cal*, et Précis élémentaire des maladies réputées chirurgicales, tom. I, pag. 204.

(2) De novorum ossium Regeneratione Experimenta, etc. Lutetiæ Parisiorum, 1775, in-12.

(3) Traité des maladies chirurgicales, tom. III, pag. 80 et 91.

empêcher la formation du cal. D'ailleurs ces bourgeons charnus n'ont jamais été observés dans les expériences sur les animaux, ni dans la dissection des corps des personnes mortes à différentes époques des fractures. »

Nous venons de tracer brièvement, mais néanmoins d'une manière assez complète pour notre objet, l'historique des théories présentées jusqu'à présent sur la formation du cal. Nous croyons devoir faire observer que la dissidence qu'on trouve entre les opinions des auteurs est souvent plus apparente que réelle; qu'elle tient fréquemment à ce qu'ils n'ont pas assez multiplié leurs recherches, ou ne les ont pas faites à toutes les époques de la consolidation des fractures, et après que cette consolidation est terminée; enfin, qu'il est plus facile qu'on ne le croirait au premier abord, de concilier entre elles les différentes opinions émises sur le cal.

Cette remarque ne nous appartient pas exclusivement; elle avait déjà été faite par J.-B. Morgagni (1), par Fougeroux (2), et par MM. les professeurs Boyer (3) et Béclard (4).

En résumant ce que nous avons rapporté dans cette ébauche historique, et pour signaler les erreurs dans lesquelles sont tombés plusieurs auteurs qui ont écrit sur le cal, nous dirons que, 1° les uns n'ont vu qu'une seule chose dans sa formation; c'est ainsi que Duhamel ne l'attribue qu'au gonflement, à la réunion du périoste, et à son ossification par couches de l'intérieur à l'extérieur : tels ont été aussi Bordenave, Bichat, etc., lorsqu'ils ont prétendu que les seuls bourgeons charnus, en se réunissant et se laissant pénétrer de phosphate calcaire, constituent le cal.

2° D'autres, et c'est le plus grand nombre, ont voulu comparer, en tout, le cal à l'ossification ordinaire. Ils ont commencé par admettre le principe, et ensuite ils ont raisonné en conséquence, croyant éclairer l'ossification ordinaire par celle du cal, et par la production de tuyaux osseux autour des séquestres lors des nécroses. C'est un reproche qu'on peut faire à Haller, bien qu'il ne le mérite pas autant que Duhamel, Scarpa, etc.

3° Beaucoup de physiologistes ont voulu que le mode de réunion d'une

(1) De sedibus et causis morborum, etc. Epist. 56, art. 39.

(2) Ouvrage cité.

(3) Ouvrage cité, tom. III, pag. 88.

(4) Propositions sur quelques points de médecine. Dissert. inaugurale. Paris, 1813.

fracture simple fût celui de la réunion d'une plaie d'os dénudé, d'une fracture dont les bouts sont exposés à l'air, en contact avec des pièces d'appareil, ou baignés par la matière de la suppuration. C'est une supposition que paraissent avoir faite tous ceux qui n'ont attribué la formation du cal qu'à des bourgeons charnus. Il nous semble que l'observation a prouvé que la différence des conditions d'une fracture, pendant le travail de la consolidation, apporte des différences dans le mode de réunion. Au reste, nous reviendrons amplement sur ce sujet, puisqu'il nous fournira l'occasion de distinguer et de décrire deux sortes de cal.

4° Les expérimentateurs, au moins pour la plupart, n'ont pas multiplié leurs observations dans tous les temps de la formation du cal, et dans ceux qui suivent sa consolidation. En effet, Duhamel n'a guère suivi ses expériences au-delà du quinzième jour; Troja, au-delà du dix-huitième; et M. J. Howship s'est arrêté au trente-deuxième. D'un autre côté, Bordenave, ayant examiné une fracture anciennement réunie, dit n'avoir aperçu intérieurement ni extérieurement aucune trace de virole osseuse, etc.

SECONDE SECTION.

Nouvelles recherches expérimentales sur la formation du cal.

CHAPITRE PREMIER.

De la formation du cal dans les fractures simples.

PREMIÈRE PÉRIODE.

(Elle s'étend du moment de la production de la fracture au seizième jour chez les chiens.)

Tissu cellulaire ou lamineux. — Le déplacement des fragments et des esquilles, à l'instant de la fracture, distend, rompt des lamines du tissu cellulaire. L'extravasation sanguine en est le résultat immédiat, et l'ecchymose la suit.

Un réseau vasculaire rouge, qui ne tarde pas à s'étendre jusque dans l'épaisseur du périoste, se développe bientôt dans le tissu lamineux que l'ecchymose a envahi. En même temps ce tissu cesse graduellement de pouvoir être réduit en lamines molles et poreuses autour de la fracture, où il unit les muscles et leurs faisceaux d'une manière ferme et serrée. Devenant ensuite de jour en jour plus dense, plus consistant, et per-

dant la teinte qu'il devait à l'effusion sanguine, le tissu lamineux s'endurcit jusqu'entre les petits faisceaux des muscles. Ceux-ci, qui ne s'en distinguent plus comme auparavant, perdent de leur rougeur, et acquièrent une densité qui, au moyen de la continuité du tissu lamineux, semble les confondre avec le périoste.

Dès ce moment, on ne peut plus reconnaître l'organisation propre ni la nature des diverses parties qui entourent immédiatement la fracture. Dix jours suffisent souvent pour amener cet état. Vu à la loupe, le tissu lamineux offre alors une multitude immense de vaisseaux rouges capillaires formant des réseaux dont les mailles, beaucoup plus rapprochées en certains endroits qu'en d'autres, y figurent des espèces de taches qu'on aperçoit même à l'œil nu.

On peut conclure de ce que nous venons de dire, que les changements dont le tissu lamineux est le siége, tiennent à deux causes, l'extravasation sanguine dans ses aréoles, et l'inflammation qui s'en empare.

Chez les pigeons, à mesure que l'induration du tissu lamineux se concentre vers la fracture, il prend souvent un aspect et une consistance qui approchent de ceux des cartilages. Le tissu lamineux des muscles participe alors à cet état, de manière à les présenter confondus dans la même masse.

Muscles. — Des faisceaux musculaires sont quelquefois déchirés à l'instant de la production de la fracture. Lors des mouvements qui la suivent, ces faisceaux ou d'autres s'interposant fréquemment entre les fragments, sont dilacérés par eux. Les portions ainsi détachées sont retenues entre les inégalités des surfaces de la rupture, auxquelles elles se collent au moyen d'un peu de sang extravasé concret, et d'une petite quantité d'une matière glutineuse, filante.

Ordinairement, plusieurs jours après la production de la fracture, on ne trouve plus de portions musculaires séparées. Les muscles adhèrent alors assez fortement entre eux, et aux autres parties, par l'induration du tissu lamineux.

D'autres fois, leurs faisceaux sont écartés par du sang noirâtre, infiltré; et parmi les vaisseaux qui s'y distribuent, il y en a qui sont très-volumineux et injectés de sang.

Les muscles enveloppés dans l'induration du tissu cellulaire, et sur-tout ceux qui passent immédiatement sur la fracture, ou leurs faisceaux qui

en sont les plus voisins, acquièrent souvent, mais rarement avant le dixième jour, une consistance notable et une teinte grise blanchâtre, qu'ils conservent tant que persiste cette induration du tissu lamineux, à laquelle il faut rapporter ces changements.

Nous avons vu, dans nos expériences sur les pigeons, que, dès le quatrième jour, quelques-uns des muscles, appliqués immédiatement sur la fracture, et sur-tout ceux qui s'insèrent à ses bords, étaient plus pâles et plus denses que les autres; que le sixième jour les faisceaux musculeux les plus voisins de la fracture se rapprochaient, par la couleur et la consistance, du tissu lamineux endurci, presque cartilaginiforme, avec lequel ils paraissaient se confondre; enfin, que ce dernier état diminuait d'une manière bien sensible depuis le dixième jour jusqu'au dix-septième.

Périoste. — Le périoste divisé avec l'os et au même endroit.

Si les fragments déplacés s'avancent l'un sur l'autre, il est contus par suite de leurs mouvements à l'endroit de leur contact mutuel, bientôt détaché de la substance osseuse dans l'étendue du déplacement, et souvent dans la moitié de la circonférence des fragments, parce que ceux-ci exécutent alors l'un sur l'autre un léger mouvement de rotation. Quelques heures, un jour, un peu plus tôt ou un peu plus tard, suivant que le membre fracturé est soumis à plus ou moins de mouvements, suffisent pour produire cette dénudation de l'os, que nous avons vu durer jusqu'au quatorzième jour de la fracture chez les chiens.

Immédiatement autour de cette dénudation, et pendant les premiers jours seulement, il y a des espèces de franges formées par des lambeaux de périoste plus ou moins adhérents aux parties environnantes, et qui, à cause de la contusion répétée qu'elles ont éprouvée, ont leur tissu gonflé, rougeâtre et mollasse.

Le périoste, à l'endroit où il se continue avec ces lambeaux, et au voisinage de la fracture, acquiert promptement une couleur plus ou moins rosée, se tuméfie, et peut très-aisément être décollé de dessus l'os dans les points où il n'y a pas d'insertion aponeurotique ou tendineuse.

Du deuxième au cinquième jour, il y a entre le périoste et la substance osseuse, dans les endroits où ils sont très-faciles à séparer, une matière comme visqueuse, une sorte de sérosité rougeâtre, mais en si petite quantité, que l'on pourrait douter d'abord de son existence, si, en écartant légèrement le périoste, on ne voyait se développer une sorte de trame fila-

menteuse très-ténue, qui disparaît par le rapprochement, pour faire place à un peu de liquide.

Le dixième jour de la fracture, un réseau vasculaire rouge est formé dans l'épaisseur du périoste. A la même époque, cette membrane est par-tout tuméfiée et durcie au voisinage de la rupture de l'os, sur les bords de laquelle elle paraît avoir parfois jusqu'à deux tiers de ligne d'épaisseur. Le périoste résiste alors plus qu'il ne le fait d'ordinaire sous l'instrument ; et comme il a déjà été dit, il adhère aux muscles et aux autres parties molles, au moyen d'un tissu lamineux d'une consistance remarquable, avec lequel il paraît bientôt se continuer et se confondre.

Si, à cette époque, on veut séparer le périoste de l'os, en allant des extrémités articulaires vers la rupture osseuse, on trouve que, par sa face interne, il adhère très-fortement aux bouts de la fracture, ou même se continue avec des sortes d'inégalités cartilagineuses qui les entourent, et qui, pour la plupart, s'enlèvent avec lui de dessus l'os. En continuant cette dissection, on passe d'un fragment à l'autre par-dessus la fracture, et, vis-à-vis de l'intervalle des fragments, on enlève avec le périoste, ou bien l'on déchire une substance qui sera décrite à l'article de la *substance intermédiaire aux fragments*.

En vain chercherait-on alors à découvrir les bords frangés du périoste que nous avons observés durant les six premiers jours, dans les cas de mouvements imprimés aux fragments déplacés et empiétant l'un sur l'autre : ces franges ont disparu en se continuant intimement avec la substance intermédiaire que nous venons d'indiquer, et avec le tissu lamineux endurci qui les recouvre.

Les pigeons nous ont donné des résultats tout-à-fait semblables à ceux qui ont été fournis par les chiens : seulement ils ont été obtenus beaucoup plus tôt.

Système médullaire. — La rupture du tissu médullaire a lieu avec celle de l'os. Elle ne peut se faire sans que les vaisseaux nombreux et considérables qui se distribuent à l'organe ne versent du sang. La quantité de ce fluide extravasé est tantôt très-petite, et tantôt plus considérable. Dans ce dernier cas, il forme ordinairement un caillot qui se continue avec la moelle. Ajoutez que celle-ci doit être nécessairement plus ou moins altérée près de la fracture, par la rupture et le renversement de filets osseux réticulaires des cavités des deux fragments. Ces circonstances, la mollesse du tissu médullaire, et la secousse toujours plus ou moins violente, im-



primée à l'instant de la production de la fracture, expliquent l'ecchymose que la moelle offre, pendant les premiers jours, au voisinage de la solution de continuité. Le passage de cet état de la moelle à l'état sain, est marqué par des gouttelettes de sang extravasé, qui deviennent plus rares en s'éloignant de la fracture.

Dès le quatrième jour, la moelle, qui avait pris une couleur plus ou moins brune, violacée, près de la fracture, y devient d'un rouge plus ou moins vif, y acquiert de la consistance, et s'injecte de vaisseaux rouges par l'inflammation qui s'en empare. Alors elle fait saillie ou tend à saillir légèrement entre les fragments, en formant, pour l'ordinaire, des bourgeons agglomérés et rougeâtres, et se continue avec une substance comme fibrineuse, et souvent comme tomenteuse, qui se voit sur les surfaces de la solution de continuité de l'os. Lorsqu'on l'incise à l'endroit de cette continuité, elle paraît souvent d'un tissu analogue à cette même substance avec laquelle elle représente parfois la disposition d'un champignon qui aurait son pédicule dans le canal médullaire.

La moelle acquérant ensuite plus de densité au voisinage de la fracture, y devient grise, blanchâtre, tout en y conservant encore pendant quelque temps des taches et des stries rouges. Quelquefois, dans le point où elle se continue avec la substance comme fibrineuse et tomenteuse indiquée, elle paraît comme lobée, et offre des espèces de grains lenticulaires réunis par des filets d'une ténacité remarquable. Enfin, elle semble adhérer, près de la fracture, aux parois du canal médullaire avec un peu plus de force qu'ailleurs.

La seconde série de nos expériences nous a montré des phénomènes tout-à-fait analogues sur la moelle des pigeons : comme toutes les autres altérations, celles-ci ont été beaucoup plus tôt développées sur ces oiseaux que sur les chiens.

Canal médullaire.—Le canal médullaire se rétrécit près de la fracture, peu de jours après cette lésion. Ce rétrécissement a lieu par le développement d'une substance d'abord plus ou moins rosée, quelquefois rouge, comme charnue, et continue à l'os, plus dense et plus adhérente au

Nota. Nous avons vu sur un enfant, huit jours après la fracture, la moelle former entre les fragments un bouton rougeâtre, comme lobé, et beaucoup plus dur que ne l'est d'ordinaire son tissu.

tissu osseux sur les bords de la rupture qu'à une certaine distance; substance qui devient ensuite cartilaginiforme, puis osseuse.

Nous n'avons pas observé ce rétrécissement avant le dixième jour dans les chiens; il est certain, cependant, qu'il peut commencer un peu plus tôt, puisqu'à l'époque à laquelle nous l'avons constaté, la matière dont il était formé avait presque acquis déjà les caractères osseux. Nous l'avons toujours remarqué, passé le quatorzième jour, chez les mêmes animaux.

Surfaces de la solution de continuité de l'os, et substance intermédiaire aux fragments.—Vingt-quatre heures après la fracture, ces surfaces n'offrent ordinairement qu'un peu de sang concret. Cependant, il y en a quelquefois une quantité assez grande pour constituer un caillot, qui se prolonge dans le canal médullaire, et même d'autres caillots peuvent couvrir et envelopper les bouts des fragments.

Le deuxième jour, outre la présence du sang concret et des caillots, on voit dans les petits enfoncements des surfaces raboteuses de la fracture de l'os, des taches rouges, qui nous ont paru formées par un peu de liquide sanguin.

Il y a de plus une matière filante légèrement visqueuse, très-peu sensible, qui, répandue sur la surface de la cassure, y colle souvent de petites portions de chair musculaire, séparées ainsi qur nous l'avons dit ailleurs.

Du quatrième au sixième jour, la matière visqueuse, dont nous venons de parler, est plus abondante, les surfaces de la fracture sont recouvertes, sur-tout dans leurs enfoncements qui en sont en partie remplis, par une substance d'un rouge assez vif, mollasse, demi-transparente, comme tomenteuse au toucher, collée au tissu osseux lui-même, et aux parties molles qui entourent immédiatement la fracture; et cette substance s'unit, se continue, au moins en apparence, avec la moelle : elle paraît principalement formée par du sang coagulé et par le développement des points rouges dont il vient d'être question. Quand elle est abondante, elle s'offre quelquefois sous la forme de filaments entre-croisés, qui représentent une sorte de feutre grossier.

Du dixième au quatorzième jour, la disposition réticulaire, comme feutrée, de la substance développée entre les deux surfaces de la rupture, et que nous appellerons dorénavant *substance intermédiaire aux fragmens*, est le plus souvent mieux marquée qu'elle ne l'était le sixième jour : ordi-

nairement à cette époque, elle a quelque chose de l'aspect d'un tissu caverneux. Elle est plus abondante, moins rouge, plus consistante, et présente plus de ténacité sur le canal médullaire que par-tout ailleurs. Elle se continue plus intimement qu'auparavant avec la moelle et avec les parties molles qui passent immédiatement sur la fracture. Elle forme même avec ces derniers une véritable induration, dont le tissu est homogène et rougeâtre.

On observe parfois, au milieu de cette induration, une cavité très-irrégulière, dont les parois, en parties formées par les fragments, présentent dans leurs autres points l'aspect de bourgeons charnus dans un état d'induration, et quelquefois des sortes de colonnes et des espèces de franges flottantes, très-courtes.

Les premiers changements que nous ayons vus dans la texture des surfaces osseuses de la rupture, n'étaient point sensibles avant le dixième jour; ils consistaient dans la disparition des petites pointes et crêtes acérées, lesquelles étaient devenues plus ou moins arrondies et mollasses.

Dans les pigeons, les mêmes phénomènes s'observent; mais ils en diffèrent par une marche plus rapide. Nous examinerons plus tard cette différence.

Lorsque les fragments déplacés portent l'un sur l'autre, il y a, à l'endroit de leur contact, une substance intermédiaire analogue à celle que nous venons de décrire pour les cas où les fragments sont affrontés. Mais cette substance qui, fréquemment, laisse encore au quatorzième jour quelques points osseux à nu, n'est intimement adhérente à l'os que dans les endroits où elle est d'une teinte rosée, et n'y paraît que légèrement collée dans d'autres où elle est blanche.

C'est vers le seizième jour que les surfaces de la fracture, avec ou sans déplacement, sont toujours entièrement recouvertes par la substance intermédiaire, qui adhère de plus en plus au tissu osseux.

DEUXIÈME PÉRIODE.

Etat comme fibreux ou fibro-cartilagineux.

(Elle s'étend du seizième au vingt-cinquième jour chez les chiens.)

Tumeur du cal. A cette époque, les parties molles engorgées et endurcies qui entourent immédiatement la fracture, contractent chaque jour

des adhérences plus intimes avec la substance intermédiaire. Toutes ces parties sont alors confondues entre elles à l'endroit de la fracture, et y forment une sorte de nœud ou de renflement considérable, que nous appellerons la *tumeur du cal*, dans lequel les extrémités des fragments sont assujetties et comme ensevelies.

Ce renflement, ou tumeur du cal, n'est pas d'abord nettement limité. Ce n'est que du dix-septième au vingtième jour, plus tôt ou plus tard, que l'altération du tissu lamineux, que nous avons décrite dans la première période, diminue de dehors en dedans, pour se concentrer sur la fracture, y former la tumeur du cal et l'isoler. Dès lors celle-ci cesse de se confondre avec les parties qui passent au-dessus; cependant les muscles continuent encore pendant quelque temps d'y adhérer avec force.

Composition de la tumeur du cal. Par suite du travail que toutes les portions de la tumeur du cal ont éprouvé et éprouvent, elle offre une masse ordinairement pleine, dans la composition de laquelle, indépendamment de la substance osseuse des fragments, il y a deux autres tissus principaux, distincts par la couleur et par la consistance.

L'un, extérieur à l'autre, plus ou moins blanc, très-résistant, qui, sans présenter des fibres manifestes, a cependant des analogies assez marquées avec les tissus fibreux ou fibro-cartilagineux, et dans lequel un examen attentif ne tarde pas à faire découvrir des points d'un aspect purement cartilagineux.

Ce tissu se place sur les fragments jusqu'à une certaine distance de la fracture; il offre le plus souvent, à l'époque qui nous occupe, dans les parties les plus éloignées de cette fracture, la dureté et les autres caractères de l'os.

Le second tissu principal, situé au-dessous du premier, ou au centre de la tumeur du cal, est rouge ou rosé, tirant même sur le violet, suivant le point que l'on examine, facile à déchirer, mou, se continuant avec toute la surface de la rupture dans chaque fragment, à laquelle il est tellement continu, sur-tout au centre de cette même surface, qu'il est impossible de dénuder exactement l'os en cet endroit. On voit de suite que ce tissu est formé par la substance intermédiaire aux fragments, qui continue à subir diverses altérations.

Le passage de l'une à l'autre des deux modifications de tissu que nous

venons de décrire dans la tumeur commençante du cal, n'est point brusque.

Lorsque les fragments portent l'un sur l'autre, le cal présente les mêmes tissus, mais avec cette légère différence, que la substance intermédiaire est moins abondante. et qu'elle a très-souvent des caractères moyens entre ceux des deux tissus que nous venons de décrire. Les endroits des fragments qui avaient été dénudés du périoste, commencent à être par-tout recouverts, à compter du seizième jour, de cette substance intermédiaire ; et si, jusqu'au vingt-cinquième, on la détache de l'os, celui-ci paraît encore semblable à un os sain dont on viendrait d'enlever le périoste. En sciant les fragments dans le sens de la longueur, les secousses de la scie en font assez facilement détacher cette substance intermédiaire, tandis qu'on ne produit pas cet effet, quand les fragments sont affrontés par les surfaces de la rupture.

La partie de la tumeur du cal qui entoure les fragments, y tient d'autant plus fortement qu'on s'éloigne des bouts de la fracture.

Tendons et muscles.—Quelquefois des tendons, dans une portion de leur longueur, traversent la substance comme fibreuse ou fibro-cartilagineuse de la tumeur du cal, y sont logés, embrassés de tous côtés dans une espèce de canal où ils peuvent être mus. D'autres fois, ils sont seulement placés à la surface de la tumeur dans une sorte de gouttière.

Nous n'avons jamais trouvé, avant le vingtième jour, les muscles ou faisceaux musculaires qui passaient immédiatement sur la fracture, séparés de la tumeur par du tissu cellulaire sain, mais dépouillé de graisse.

Périoste.—Si, durant la seconde période, on examine avec attention le périoste, on trouve qu'il est consistant et très-épais sur les extrémités de la tumeur, où il est bien distinct et peut être aisément disséqué sur les points qui sont à l'état cartilagineux et osseux. Il se continue et se confond tellement vers le milieu de la tumeur du cal avec elle et avec le tissu lamineux altéré qui la recouvre, qu'on ne peut, en aucune façon, l'en distinguer, ni reconnaître de cicatrice à l'endroit de la déchirure qu'il avait éprouvée lors de la production de la fracture.

Parmi les faits remarquables et relatifs au périoste, que nos expériences sur les pigeons nous ont permis d'observer, nous rappelons seulement ici que, le dixième jour après la fracture, le périoste pouvait être séparé de la substance cartilagineuse ou osseuse du cal, aux extrémités de la tu-

meur ; tandis qu'il n'y avait point encore de périoste distinct ou de membrane pouvant lui être comparée, vers la partie moyenne de la tumeur correspondant à l'endroit de la fracture. Dans cet endroit, la substance cartilagineuse, ou comme fibro-cartilagineuse de la tumeur du cal, et le tissu lamineux altéré qui la recouvrait, se confondaient ensemble en passant par gradation d'un état à l'autre. On voit donc que les résultats obtenus sur les pigeons sont parfaitement semblables à ceux qu'on obtient sur les chiens, et qu'ils en diffèrent seulement en ce qu'ils sont plus tôt produits.

Canal médullaire et moelle. — La substance que nous avons vue, dans la première période, rétrécir le canal médullaire près de la fracture, augmente progressivement en quantité, et ce canal s'y oblitère tout-à-fait. Dès lors, il ne commence qu'à une certaine distance de la fracture; il s'élargit en allant vers les extrémités articulaires, où il conserve encore sa largeur pendant quelque temps, lors même qu'il devra dans la suite s'oblitérer dans toute son étendue. Mais le plus souvent, et c'est ce qui arrive toujours dans les fragments un peu longs, l'oblitération de la cavité médullaire s'arrête à une distance plus ou moins éloignée de la fracture.

A l'époque ou dans la période que nous décrivons, la substance qui opère l'oblitération du canal médullaire achève d'acquérir le caractère osseux, après avoir passé très-rapidement par l'état cartilagineux. Ce tissu osseux paraît tantôt compacte, et tantôt un peu celluleux, sur-tout vers les extrémités éloignées de la fracture. Sa couleur est rougeâtre, principalement dans les endroits où il est creusé de cellules.

A mesure que le canal médullaire se rétrécit et s'oblitère, il est évident que le volume de la moelle diminue. Elle devient quelquefois filiforme, avant de disparaître entièrement, au voisinage de la fracture. Elle acquiert en même temps plus de consistance, perd de sa rougeur, devient blanchâtre, quelquefois jaunâtre. On distingue fréquemment alors trois états qui existent ensemble dans la moelle, et qui se fondent plus ou moins rapidement l'un dans l'autre, 1° près de la fracture, l'état que nous venons de décrire, lequel est dû à la longue durée de l'inflammation; 2° plus loin, la rougeur d'une inflammation nouvelle qui n'a point encore produit d'induration sensible; 3° enfin, vers les extrémités articulaires, l'état sain de la moelle.

Tissu lamineux ou cellulaire. — A mesure que le tissu lamineux extérieur de la tumeur du cal s'amollit pour borner la tumeur et reprendre l'état sain, ce qui ne commence pas, avons-nous dit, avant le dix-septième jour, il se montre dépouillé de graisse, et devient comme filamenteux : en même temps, les autres tissus qui l'accompagnent cessent d'être confondus entre eux.

TROISIÈME PÉRIODE,

ou *période d'ossification.*

(Elle s'étend du vingt-cinquième jour au troisième mois chez les chiens.)

Cal, sa composition. — Cette période est caractérisée par le passage de la tumeur du cal à l'état osseux. Cette ossification commence aux extrémités de la tumeur, s'étend progressivement vers la fracture, et enfin, finit par envahir toute la tumeur. Bien que nous fixions ici au vingt-cinquième jour l'époque à laquelle elle commence à paraître, nous l'avons vue cependant arriver plus tôt.

L'époque à laquelle toute la tumeur a passé à l'état osseux, est extrêmement variable; mais, en général, ce n'est guère avant le troisième mois. Nous avons une fois trouvé la tumeur du cal presque entièrement osseuse dès le quarante-septième jour, et d'autres fois elle ne l'était qu'au cinquième mois ou même qu'après le septième mois.

Au vingt-cinquième jour de la fracture, la presque totalité de la tumeur du cal est encore formée par la substance de consistance et d'aspect comme fibreux ou fibro-cartilagineux, et par la substance rouge qui est dans son intérieur.

A cette époque, cette dernière substance est moins molle qu'elle n'était, et en même temps elle paraît d'un rouge plus vif. Nous l'avons vue alors, une fois séparée des fragments sur les surfaces de la rupture, par une lame osseuse ou d'une apparence osseuse, mince, rougeâtre, facile à couper avec le scalpel, et bien distincte de l'ancien os.

Nous avons aussi remarqué une fois qu'entre les fragments déplacés, cette substance rouge et centrale du cal avait été séparée par les secousses de la scie en deux feuillets, dont chacun adhérait au fragment osseux. L'un

d'eux n'avait pas abandonné le sien dans un seul point, et l'autre l'avait laissé absolument à nu dans une certaine étendue.

La substance comme fibreuse ou fibro-cartilagineuse est encore pendant long-temps la plus abondante. Elle s'implante sur les fragments, s'étend plus ou moins loin de la fracture, et se confond, aux extrémités de la tumeur du cal, avec l'ossification nouvelle qui entoure les fragments comme le ferait un anneau irrégulier. Des extrémités de la tumeur elle s'avance assez rapidement vers la fracture ; mais, parvenue jusqu'à elle ou tout près, elle semble s'arrêter, et n'avance plus qu'avec une extrême lenteur.

Le passage de cette ossification à la substance de consistance fibreuse, se fait par un tissu d'un blanc d'opale, mince, qui repousse, à la manière des cartilages, la pointe du scalpel qu'on y enfonce.

L'état cartilagineux, ou l'apparence du véritable cartilage, dure très-peu. A peine existe-t-elle dans une partie de la tumeur du cal, qu'on peut presque toujours reconnaître au centre du cartilage un ou plusieurs points d'aspect osseux, rouges, et d'abord assez faciles à couper avec l'instrument.

Souvent l'ossification paraît commencer comme celle qu'on observe fréquemment dans les cartilages des côtes des vieillards, par de très-petits dépôts épars de phosphate calcaire. On dirait alors qu'elle ne consiste qu'en une multitude de petits grains jetés dans la substance cartilagineuse. Cette disposition se laisse sur-tout très-bien distinguer dans le cal qu'on a fait dessécher.

Ces sortes de cartilages passent très-rapidement à l'état osseux. En examinant leur différence d'avec les cartilages ordinaires, *Bonn* met en question s'ils sont de véritables cartilages. (*Descriptio thesauri ossium morb.*, pag. 163 et 199.)

A mesure qu'on s'éloigne de l'époque de la fracture, l'ossification de la tumeur du cal fait des progrès en envahissant la substance d'apparence fibreuse ou fibro-cartilagineuse. Celle-ci se rapproche chaque jour de la texture propre aux cartilages, et s'étend, d'un autre côté, un peu vers le centre de la tumeur du cal aux dépens de la substance rouge intermédiaire, qui devient elle-même d'une couleur moins vive, diminue de quantité et augmente de consistance.

Cette transformation continuelle de la substance rouge intermédiaire

en substance comme fibro-cartilagineuse, de celle-ci en cartilage et en tissu osseux, marche plus ou moins vite, suivant les individus, les circonstances particulières ; d'autres fois, ces différences dans ses progrès se font remarquer lorsque toutes les conditions paraissent être les mêmes.

Enfin la tumeur du cal devient presque entièrement osseuse. Alors, si pour connaître sa structure on la sépare d'avec les fragments dans le sens de la longueur, on voit qu'elle est traversée dans toute son épaisseur, à l'endroit où elle a le plus de volume et où existait précisément la solution de continuité, par une ligne différemment colorée que le reste de la substance du cal, légèrement ondée, si les fragments se sont réunis par les surfaces de la rupture, en zig-zag, si leur réunion s'est faite avec déplacement, mince dans son centre et épaisse dans sa circonférence, où elle se confond presque toujours avec le périoste. Cette ligne est jaunâtre, blanchâtre en certains points où elle n'a pas encore acquis les caractères osseux; ailleurs elle est rouge.

L'état que nous venons de décrire coïncide toujours avec très-peu ou point de mobilité dans la fracture.

Lorsqu'au vingt-cinquième jour on enlève avec effort la substance du cal des surfaces de la rupture, celles-ci paraissent comme mamelonnées ou en quelque sorte chagrinées. Il n'est presque jamais possible d'opérer cette séparation après le deuxième mois de la fracture; mais lorsqu'on y réussit, les surfaces ont encore l'apparence que nous indiquons. On peut justement la comparer à ce qu'on observe au point d'union des épiphyses avec le corps des os.

Tissu lamineux ou cellulaire. — Nous avons vu que le tissu cellulaire, après avoir subi les altérations qui sont décrites dans la première période, reprenait, dans la seconde, les caractères qui lui sont propres, mais qu'il restait très-dense. Cet état subsiste encore dans les premiers temps de la troisième période, et particulièrement sur la tumeur du cal. Enfin, à une époque qui varie, mais dont nous fixerons le terme moyen, entre le cinquantième et le soixantième jour, lorsqu'il n'y a point de fistule, d'esquille, de nécrose, de fausse articulation, ou de suppuration, le tissu lamineux, immédiatement placé sur la tumeur, est devenu sain comme celui du reste du membre; seulement il paraît un peu condensé, et semble encore dépourvu de graisse.

Muscles, tendons et aponeuroses. — C'est à la disposition du tissu la-

mineux que nous venons de décrire, qu'il faut attribuer l'adhérence assez intime des faisceaux musculaires, ou des tendons que nous avons vus se confondre, en quelque manière, avec la tumeur du cal, jusqu'au cinquante-quatrième et au soixantième jour après la production des fractures. Nous avons aussi observé dans quelques occasions, lors de la troisième période, des muscles s'implanter par des fibres aponeurotiques à la tumeur du cal, de la même manière qu'ils s'insèrent aux os.

Périoste. — A cette époque, tout le périoste qui recouvre la tumeur du cal, continue à être plus épais qu'à l'état ordinaire, mais moins sur les parties ossifiées que sur celles qui sont encore cartilagineuses. Il est surtout très-épais sur le milieu de la tumeur, lorsque la substance intermédiaire aux fragments est encore comme fibro-cartilagineuse. Cependant, comme il se confond graduellement avec ce fibro-cartilage, il se pourrait que sa grande épaisseur ne fût qu'apparente. Cette disposition peut être comparée, en partie, à celle qu'offre le périoste sur les fibro-cartilages inter-vertébraux.

Moelle et canal médullaire. — Le phénomène de la disparition de la moelle, que nous avons décrit dans la seconde période, comme marchant progressivement de l'endroit de la fracture vers les extrémités articulaires, à mesure que le canal médullaire s'oblitère par la nouvelle ossification qui s'y développe, dure encore pendant les premiers temps de la troisième période; enfin, cette ossification s'arrête plus ou moins loin de la fracture, ou bien elle se propage quelquefois jusqu'aux extrémités articulaires. Vingt-cinq jours suffisent, dans quelques cas, pour l'oblitération complète, tandis que d'autres fois l'ossification se borne, au bout de quatre-vingts jours, à produire l'oblitération de la partie du canal qui est voisine de la rupture osseuse. Ces variations s'observent même, non-seulement sur des fractures produites chez des individus différents, mais souvent encore sur les deux fragments d'une même fracture, bien qu'ils soient d'égale longueur.

Lorsque la cavité est oblitérée, ce serait en vain qu'on chercherait la trace de ces nombreux vaisseaux : ils n'existent plus par-tout où la moelle a elle-même disparu.

QUATRIÈME PÉRIODE.

État complétement osseux.

(Elle s'étend du troisième au sixième mois chez les chiens.)

Cal. — Cette période est caractérisée par l'ossification de toute la tumeur du cal, et par l'immobilité parfaite des fragments, qui en est une suite nécessaire. Quelquefois, cependant, on observe encore des points cartilagineux fort petits, au-dessous du périoste, vis-à-vis de la fracture; mais ils ne tardent pas à s'ossifier.

Lorsqu'à cette époque on scie le cal dans le sens de la longueur de l'os, on voit que la ligne transversale décrite dans la troisième période, est indiquée par une couleur ordinairement plus foncée, plus rouge que le reste de l'ossification nouvelle, dans la teinte de laquelle elle se fond et disparaît graduellement, à mesure que des cavités celluleuses s'y développent. Cette ligne est encore marquée pendant long-temps à l'extérieur de la tumeur du cal par une couleur plus foncée, une adhérence plus forte du périoste que sur le reste de la tumeur, et quelquefois par un léger enfoncement.

Lorsqu'il reste quelques points encore cartilagineux, le périoste est un puissant obstacle à la mobilité des fragments : il suffit alors de l'enlever, pour rendre mobiles beaucoup de fractures.

Changement de forme dans les bouts de la fracture. — Quoique les bouts de la fracture, abstraction faite des nouvelles ossifications, ne paraissent guère susceptibles de changer de forme et de dimensions, nous avons cru voir deux fois, dans nos expériences sur les chiens, qu'ils affectaient une forme conique de manière à porter à admettre un rétrécissement de la cavité médullaire. Il est à remarquer que ce n'est pas avant le quatre-vingt-dixième jour que nous avons fait une semblable observation, et que dans ces deux cas, l'os fracturé était le plus volumineux de tous ceux du corps, c'est-à-dire, le tibia.

Dans les pigeons, ce phénomène est souvent très-sensible sur leur humérus, qui est très-volumineux, et à cavité très-ample. Il est aussi beaucoup plus tôt produit; car, dès le quarante-neuvième jour de la fracture, nous avons vu le cylindre de cet os aplati et rétréci au voisinage de la fracture, dans chacun des fragments réunis et consolidés.

Nous avons vu dans les pigeons l'ossification complète de la tumeur du cal, dès le quarante-neuvième jour, sur l'humérus; et, dès le quarante-unième, sur le tibia et sur les os de l'avant-bras.

CINQUIÈME ET DERNIÈRE PÉRIODE DU CAL.

Cette période est caractérisée par la diminution de la tumeur du cal et le rétablissement de la cavité médullaire. Comme tous les autres phénomènes qui se rattachent au cal, elle commence plus tôt ou plus tard, et dure un espace de temps très-variable, suivant l'âge, l'espèce d'os, le lieu que la fracture y occupe, etc. A quelque époque qu'elle commence, elle n'est bien manifeste que lorsque l'ossification de la tumeur est déjà ancienne.

De même que l'ossification de la tumeur du cal paraît se montrer plus tôt dans le canal médullaire que dans la tumeur, la diminution du cal, que nous décrivons maintenant, est aussi plus tôt évidente dans ce cal; car, la disparition presque totale ou même complète de la nouvelle substance osseuse qui s'est formée dans la cavité médullaire, et le rétablissement de cette cavité dans toutes ses dimensions, s'observent long-temps avant qu'on reconnaisse une diminution sensible de la tumeur du cal.

Cavité et tissu médullaire.— Nous avons vu dans les périodes précédentes, le canal médullaire s'oblitérer en partie ou même entièrement au voisinage de la fracture, et la moelle se resserrer dans la portion de cavité qui existait encore. Lorsque la substance qui oblitère la cavité médullaire a acquis l'état osseux, elle ne tarde pas à se creuser de cellules. Ces vacuoles sont d'abord très-petites, puis elles s'agrandissent, se réunissent, leurs cloisons deviennent chaque jour plus minces, et se changent enfin en véritables filets réticulaires, qui eux-mêmes disparaissent à la longue. C'est ainsi que l'ossification du canal médullaire disparaît entièrement.

Dès qu'on peut apercevoir les cellules dont nous venons de parler, elles sont remarquables par la couleur rouge-vif de leurs parois, laquelle donne bientôt sa teinte à toute la masse; et par une sorte de fluide rougeâtre, d'apparence d'abord gélatineuse, qu'elles contiennent. Ensuite, à mesure que les cellules s'agrandissent et communiquent entre elles, que le canal médullaire se forme, leurs parois deviennent moins rouges, ainsi que le

fluide qu'elles renferment. Enfin, lorsque le canal se rétablit et remplace l'espèce de suc médullaire dont nous venons de parler, on observe une moelle en masse, également de nouvelle formation, qui le remplit et qui est reconnaissable par l'ensemble des caractères propres à ce genre de tissu, tels que sa consistance, sa couleur, sa nature huileuse, une membrane médullaire ou une apparence de membrane, les vaisseaux nombreux et considérables distribués comme ceux qui existaient avant la fracture.

Une sorte de *suc médullaire*, semblable en tout au fluide cité plus haut, se montre également dans les autres portions ossifiées du cal, à mesure qu'elles se creusent de cellules.

Tels sont les phénomènes qu'offrent la cavité et le tissu médullaire à la suite d'une fracture. On peut les réduire à la disparition partielle ou même totale de cette cavité et de la moelle, et à leur reproduction. Le temps nécessaire pour leur entier développement varie beaucoup; il est très-différent dans deux fractures du même individu, et souvent même, ainsi que nous l'avons vu, dans les deux fragments de la même fracture, sans que l'on puisse en assigner la cause. C'est ce que prouvent la plupart de nos observations sur les chiens; elles établissent que la disparition de la moelle, au voisinage de la fracture, a quelquefois lieu dès le seizième jour dans la même étendue qu'au soixante-dixième, et que le canal et le tissu médullaire peuvent être complétement rétablis avant le cinquième mois, et d'autres fois ne l'être pas encore à sept mois et demi.

Ces changements dans le canal médullaire et la moelle, et le rétablissement de ces parties, se sont offerts à nous avec des circonstances analogues dans nos expériences sur les pigeons. La seule différence notable qu'ils présentent, est, ainsi que les autres phénomènes qui se rapportent au cal, leur développement et leur succession beaucoup plus rapide que chez les chiens.

Parmi les résultats de nos expériences sur les pigeons, il y en a deux qui nous paraissent très-remarquables. On sait que dans ces animaux l'humérus ne renferme point de moelle; que la cavité de cet os ne contient que de l'air, et que l'analogie seule y fait admettre une membrane qui la tapisse. Du dix-septième au quatre-vingtième jour après la fracture, le développement et l'injection en rouge de vaisseaux multipliés et devenus

assez gros, ont rendu très-sensible la membrane de cette cavité aérienne de l'humérus.

Une seule fois, et dix-sept jours après la fracture, nous avons vu une substance ressemblant en tout à la moelle, dans la cavité des fragments de l'humérus. Est-ce que, dans certaines circonstances, une véritable moelle peut se développer chez les oiseaux dans des os où elle ne devait pas exister selon l'ordre habituel?

Structure de la tumeur du cal.—A mesure que les points osseux que nous avons remarqués dans la troisième période, se réunissent pour former des centres d'ossification dans la tumeur du cal, il s'y développe des cellules. Ces cellules sont en tout comparables à celles que l'on voit d'abord, et que nous venons de décrire dans la substance osseuse qu'oblitère le canal médullaire. A mesure qu'elles s'agrandissent et diminuent en nombre, il se forme, à la partie extérieure de la tumeur du cal, une lame osseuse compacte. Celle-ci semble, dans son épaississement, suivre la diminution graduelle de la tumeur. Enfin, lorsqu'à la longue la tumeur du cal disparaît tout-à-fait, ou presque entièrement, comme on l'observe dans les cas de rapprochement exact des fragments et de correspondance parfaite des surfaces de la fracture, cette lame compacte devient aussi épaisse que le reste des parois osseuses du canal médullaire.

On voit, par ce que nous avons dit, que la règle générale du développement des os longs, dont la cavité va toujours proportionnellement en augmentant, règle qui avait été intervertie pour la formation du cal, cesse de l'être quand le cal est consolidé.

Périoste.—Le périoste que nous avons vu si épais sur les portions encore cartilagineuses du cal, ou sur celles qui sont récemment ossifiées, s'amincit ensuite chaque jour, en conservant toutefois, pendant très-long-temps, une épaisseur plus marquée sur la partie moyenne de la tumeur que par-tout ailleurs.

Il conserve également, pendant long-temps, des adhérences très-fortes avec elle; et lorsqu'on l'en sépare, on aperçoit une foule de filets qui s'enfoncent dans la substance osseuse de cette tumeur. C'est ordinairement depuis le quarante-cinquième jour de la fracture, que la diminution d'épaisseur du périoste, devient évidente aux extrémités de la tumeur du cal. Cette diminution d'épaisseur du périoste se fait si lentement, qu'as-

sez souvent, au septième mois, cette membrane est encore plus épaisse aux extrémités de la tumeur qu'à une plus grande distance de la fracture, ou sur les parties saines.

Ce n'est donc que plus ou moins long-temps après l'entière ossification du cal, que le périoste s'y présente absolument comme par-tout ailleurs.

Nos expériences sur les pigeons nous ont donné des résultats tout-à-fait analogues à ceux que les chiens ont fournis; seulement ils ont été obtenus beaucoup plus tôt, puisque, dès le cinquantième jour de la fracture, le périoste qui recouvrait la tumeur du cal paraissait aussi sain et aussi mince que sur les os non fracturés.

Configuration de la substance du cal avant le rétablissement de la cavité médullaire. Nous avons vu qu'avant l'ossification complète du cal, les bouts des fragments sont enveloppés à l'extérieur par la nouvelle ossification, qu'à l'intérieur la portion correspondante du canal médullaire est remplie par une autre ossification, et que plus tard l'une et l'autre sont réunies par la substance intermédiaire également ossifiée.

Il arrive quelquefois que le canal médullaire étant déjà oblitéré depuis quelque temps par la nouvelle ossification, la substance intermédiaire n'est cependant encore ossifiée que dans la partie correspondante au canal, tandis que le reste de cette substance, qui répond aux surfaces osseuses, est à l'état cartilagineux. De cette manière, l'ossification intérieure représente une sorte de cheville enfoncée à-la-fois dans les deux bouts de la fracture.

Enfin, lorsque l'ossification du cal est complète, les deux fragments sont aussi réunis en dehors par l'espèce de virole ou attelle cylindrique que Duhamel a décrite avec tant de soin, et entre eux, par la substance intermédiaire.

Pour donner une juste idée de toute la masse de la substance du cal, il faudrait la comparer à un tuyau assez court, fusiforme, transversalement coupé en deux parties par une cloison, sur chaque face de laquelle s'élèverait une cheville; de sorte que la fracture se trouve consolidée au dehors, au dedans des fragments, et dans leur intervalle.

Ce n'est, ainsi que nous l'avons dit, que le seizième jour après la production de la fracture, que nous avons trouvé une tumeur du cal sur les chiens soumis à nos expériences.

Le volume de la tumeur augmente progressivement pendant quelques jours, et sa forme change; d'abord à-peu-près arrondie, elle s'allonge bien-

tôt par le développement d'une substance entre l'os et le périoste. Dès que cette substance a acquis les caractères osseux à l'extrémité de la fracture, la tumeur cesse de s'allonger, commence à être nettement limitée, et devient généralement fusiforme, parce que la substance du cal, toujours très-abondante vis-à-vis de la fracture, diminue progressivement d'épaisseur à mesure qu'elle s'en éloigne. Elle est régulièrement fusiforme, si les fragments sont exactement affrontés par les surfaces de la rupture ; et irrégulière, s'il y a déplacement, et si des tendons, ou toute autre circonstance, ont été des obstacles à son accroissement dans certains points.

Lorsque les fragments portent l'un sur l'autre, la substance du cal n'est point répartie autour d'eux d'une manière égale : elle se prolonge très-loin sur le côté du fragment qui empiète sur l'autre, et y est très-épaisse (principalement sur la surface de la rupture du dernier), tandis qu'elle est peu étendue et mince sur l'autre côté. Il résulte de cette disposition que la substance de la tumeur du cal est alors sur le même fragment, plus épaisse d'un côté, et moins de l'autre. C'est cette différence qui établit une sorte de symétrie, et rend la tumeur du cal fusiforme ; toujours, dans ce cas, elle est beaucoup plus renflée à la partie moyenne, que lorsque les fragments sont exactement affrontés.

Vaisseaux du cal. — On lit dans tous les auteurs qui traitent du cal, qu'il est organisé par des vaisseaux qui le traversent, et qui établissent la communication d'un fragment à l'autre. Mais c'est par analogie que la plupart des auteurs ont émis cette assertion. Dethleef affirme les avoir trouvés et vus distinctement dans un cal qui avait acquis la dureté et la blancheur des cartilages, sur un chat dont il avait rempli les artères avec de la cire. (*Dissert. de callo, pag.* 35.) Bonn rapporte, d'après Reimar, que Hunter a démontré des vaisseaux très-rapprochés et très-nombreux dans le cal non encore parvenu à son dernier état. (*Descriptio thesauri oss. morbos, pag.* 166.) Sont-ce les mêmes vaisseaux que *Bertrandi*, professeur d'anatomie à Turin, a dit à *Bordenave* avoir vus à Londres, dans des préparations anatomiques ? (*Mém. sur les os, etc., par Fougeroux, page* 235.)

M. Howship vient de faire connaître les vaisseaux du cal qu'il a injectés en très-grand nombre, depuis le neuvième jour après la fracture, jusqu'au trente-deuxième jour. (*Medico-chirurgical transactions, vol. IX, part. I.*)

Nous ne connaissons pas d'autres auteurs qui assurent avoir vu les vaisseaux

sanguins dans la substance du cal, et cependant nous ne pourrions énumérer tous ceux qui prétendent que ces vaisseaux existent. Il faut en convenir, il est difficile, lorsqu'on considère la suite d'altérations dont le cal est le siége jusqu'aux derniers jours de la vie, de se refuser à admettre hypothétiquement ces vaisseaux; mais les faire voir à toutes les périodes du cal, est une chose bien plus satisfaisante que le raisonnement; or, nous possédons des pièces qui les montrent à presque toutes les époques.

On reconnaîtra, dans un travail plus étendu que nous publierons sur le cal, et dans les planches que nous y joindrons, que ces vaisseaux tirent principalement leur origine de ceux du canal médullaire et de la moelle elle-même, quoique souvent l'extrémité de ce canal soit oblitérée ou l'ait été par une substance osseuse. Les plus gros de ces vaisseaux sont flexueux et ramifiés; leur direction générale est d'un fragment à l'autre.

Ténacité du cal. — Nous ne connaissons que très-peu d'observations sur la ténacité des os sains. Leurs usages dans l'économie animale mériteraient cependant qu'on y étudiât cette propriété physique avec soin. Quant aux os qui ont un cal plus ou moins récent, toutes les observations s'accordent à établir d'une manière générale, que l'union des fragments entre eux, est, toutes choses égales d'ailleurs, d'autant plus forte, qu'il s'est écoulé plus de temps depuis que l'os est rompu. Nous disons *toutes choses égales*, parce que la force de ténacité varie dans les divers âges, dans les divers individus, selon l'état de maladie générale, etc. Il est sur ce point une proposition qu'on peut énoncer: c'est que la ténacité du cal commençant, cesse d'augmenter, et même paraît souvent diminuer sous l'influence d'une maladie aiguë. Nous avons eu occasion de faire cette observation sur quelques chiens soumis à nos expériences.

Troja (*De novor. ossium regeneratione, experim. XIX;* et *Encycl.* de Diderot et de d'Alembert, article *Ténacité des os*, suppl.) est le seul qui, à notre connaissance, ait fait des expériences directes dans le but de déterminer la force de ténacité qu'acquiert successivement le cal. Sur plusieurs petits chiens du même âge auxquels il cassa le tibia pour examiner, à différentes époques de la fracture, le rapport de la *ténacité acquise* par le cal avec la *ténacité naturelle* de l'os, il a trouvé que, quatre jours après la fracture, la ténacité du cal était à celle de l'os, à-peu-près comme un est à trente-quatre; au bout de dix jours, à-peu-près comme

un est à sept ; au bout de douze jours, comme un est à quatre ; au bout de seize jours, comme un est à trois.

Voici, de notre côté, ce que nous avons observé sur la ténacité du cal. Le seizième jour d'une fracture, les secousses imprimées aux fragments en sciant le tibia dans sa longueur, ont en partie arraché la substance comme fibro-cartilagineuse du cal, de dessus un fragment du péroné qui est resté à nu ; et que le soixante-sixième jour, la substance intermédiaire aux fragments, encore rouge et un peu molle sur les surfaces de la rupture, y a été déchirée et arrachée çà et là par des secousses semblables, mais sans laisser à nu le tissu osseux.

Enfin, quelques essais tentés par nous confirment l'opinion générale des chirurgiens sur la ténacité du cal. Toutes les fois que, prenant un os dont le cal n'était point encore entièrement osseux (nous supposons que la réunion avait lieu par les surfaces de la rupture), nous avons fait des efforts pour le rompre, la nouvelle fracture a été produite précisément à l'endroit de la première, tandis qu'un peu plus tard, il est plus facile de casser un os ailleurs que dans ce point. Cette résistance plus grande à l'endroit d'un cal qui n'est plus récent, nous a paru diminuer et même disparaître tout-à-fait dans les cals très-anciens et ordinairement très-peu ou point apparents.

Quant aux fragments déplacés et portant l'un sur l'autre, la ténacité du cal nous a toujours semblé être, en raison directe de la longueur du déplacement, sans déroger pourtant aux lois générales que nous venons d'indiquer.

Analyse chimique de la substance osseuse du cal.

Nous devons cette analyse, que personne n'avait encore faite, à l'amitié de M. Henri Gauthier-de-Claubry. La matière osseuse primitive et la matière osseuse du cal, prises sur un même fémur d'homme, et traitées comparativement par les procédés ordinaires, ont donné les produits suivants :

	Os primitif.	Cal.
Matière animale	— 56,284	— 43,795.
Carbonate de chaux . . .	— 3,846	— 9,785.
Phosphate de chaux . . .	— 38,075	— 44,894.
—— de magnésie	— 1,012	— 1,526.

CHAPITRE DEUXIÈME.

§ 1er. *Du cal dans les fractures compliquées de suppuration.*

M. le professeur Dupuytren considère le cal comme s'opérant de deux manières, l'une sans bourgeons charnus dans les fractures simples, l'autre avec des bourgeons, lorsque les fractures sont compliquées de suppuration (1).

On a vu dans le chapitre précédent, que jamais nos expériences ne nous ont montré, dans les fractures simples ou dans celles qui ne sont pas compliquées d'esquilles, de nécroses, de fistules, de suppuration, un seul fait sur lequel on puisse se fonder pour admettre l'existence de bourgeons charnus prenant naissance aux surfaces de la solution de continuité de l'os. D'une part, la lecture de Duhamel, de Dethleef, de Haller, de Troja, etc., convaincra qu'ils ne les ont pas plus observés que nous; d'un autre côté, qu'on fasse des expériences, et l'on jugera si, lorsque tant d'auteurs disent avoir vu des bourgeons, ce sont bien des fractures simples qui les leur ont présentés; si quelquefois ils n'ont pas été trompés par la substance intermédiaire aux fragments, faute de l'avoir suivie dans les premiers temps du cal, et si enfin l'obscurité des descriptions permet toujours d'en tirer des conséquences.

Mais si l'on n'observe pas de bourgeons charnus sur les surfaces des fractures simples qui marchent sans entraves vers leur consolidation, il n'en est pas de même de celles qui sont compliquées de suppuration produite et entretenue par des esquilles, une nécrose, un corps étranger, une inflammation excessive, une fistule, etc., etc. Alors on voit naître des bourgeons sur la rupture osseuse elle-même, sur l'ossification accidentelle qui entoure les bouts de la fracture, sur celle qui oblitère le conduit médullaire, sur la substance du cal non encore ossifiée, aussi-bien que sur les parties molles qui les environnent. Cette production des bourgeons se fait ordinairement par une couche intermédiaire de substance comme fibreuse, fibro-cartilagineuse ou cartilaginiforme.

Il s'en faut beaucoup que, dans les cas de suppuration, le travail

(1) Cours d'anatomie pathologique fait à l'Hôtel-Dieu pendant l'hiver de 1815 et 1816.

du cal se fasse entièrement par des bourgeons charnus. Ce travail est composé; car l'oblitération du canal médullaire, les extrémités de la tumeur du cal, suivent exactement dans leur développement la marche du cal dans les fractures simples.

§ II. *Du cal dans les fractures suivies d'articulation mobile accidentelle, ou fausse articulation.*

On connaît les circonstances qui, à la suite d'une fracture, amènent ordinairement une fausse articulation : ce sont les mouvements répétés des fragments l'un sur l'autre, certains virus, des maladies générales aiguës, etc.; en un mot, tout ce qui contrarie, retarde ou empêche la consolidation du cal (1).

Dans les premiers temps d'une fracture, qu'un cal tout osseux doive se former, ou que ce soit une articulation mobile, rien ne peut faire prévoir ces terminaisons différentes de la maladie, si ce n'est les circonstances que nous venons d'indiquer. Ces circonstances arrivent-elles tout-à-coup, lorsque le cal n'est pas encore consolidé; une articulation mobile accidentelle pourra en être le résultat. Ces causes au contraire viennent-elles à cesser, lorsque la fracture n'est pas trop ancienne; alors la consolidation ou l'ossification du cal, qui n'avait été qu'arrêtée ou intervertie, reprend sa marche.

Nous n'avons rien vu, dans nos expériences sur les chiens, qui pût nous faire croire à l'existence d'une articulation accidentelle avant le dix-huitième jour de la fracture. Voici le premier fait de ce genre que nous ayons observé : nous avions fracturé la jambe gauche de derrière d'un chien de taille moyenne; un appareil, propre à maintenir la réduction, avait été appliqué sur le membre et ne s'était pas dérangé; lorsque, le dix-huitième jour, nous levâmes ce bandage, les fragments étaient très-mobiles l'un sur l'autre. Le tissu cellulaire, les muscles, le périoste, le canal médullaire, n'offraient aucune différence d'avec les mêmes parties dans les fractures simples parvenues à la même époque; mais il y avait une cavité dans l'intervalle des fragments. Sans pénétrer dans cette cavité, on divisait une

(1) Est-il vrai que les os fracturés des vieillards se réunissent souvent d'une manière mobile par une substance membrano-ligamenteuse? (*Voyez* Bonn, ouvrage cité, pag. 59. Obs. 170, pag. 51, obs. 184.)

substance passant graduellement, de l'état de tissu cellulaire engorgé, durci, comme lardacé, à un tissu de consistance et d'aspect comme fibreux, mais sans fibres bien distinctes; de celui-ci à un tissu d'un blanc remarquable, presque cartilagineux, qui n'existait que d'un seul côté; enfin, de ce dernier à un autre plus mince, mou, tirant sur le rouge, et qui se voyait dans la cavité elle-même. Les parois de celle-ci, humides, presque rosées, présentaient des sortes de bourgeons charnus : de petites productions mamelonnées se prolongeant çà et là entre les bouts des fragments. Ces fragments, saillants un peu dans la cavité, avaient les surfaces de leur rupture presque entièrement libres d'adhérences, et, par-tout où elles l'étaient, arrondies, assez lisses, et d'un aspect brillant, comme cartilagineux, sans que toutefois l'instrument pût faire reconnaître la lame la plus mince de cartilage ou de substance cartilaginiforme. Au centre des surfaces de la rupture, précisément à l'endroit correspondant au canal médullaire et au milieu d'une tache rougeâtre, était fixée une espèce de colonne aplatie, étendue d'un fragment à l'autre, et se continuant par la moitié de l'un de ses bords, l'autre restant libre dans toute sa longueur, avec les productions mamelonnées décrites, dont elle paraissait avoir l'organisation. On remarquait dans la cavité, mais sur-tout dans quelques-uns de ses angles, des sortes de globules extrêmement petits, dont plusieurs étaient collés ensemble; ils avaient l'aspect de petits grains d'huile figée, ne se fondaient point entre les doigts, étaient libres de toute adhérence ou sans aucune continuité avec les parois. Nous croyons devoir dire que l'animal parut très-languissant pendant les quatre ou cinq derniers jours de son existence.

Si l'on compare les résultats de cette expérience avec ceux des expériences du premier chapitre, on trouvera que c'est la présence d'une cavité entre les fragments, qui seule nous a fait croire à une fausse articulation; cependant il n'est pas besoin de ce caractère anatomique : les mouvements des fragments, voilà ce qui prouve la fausse articulation.

Sur neuf articulations accidentelles, non compliquées de fistule, de nécrose, etc., que nous avons examinées dans nos expériences, il y en avait six qui offraient, comme dans l'observation que nous venons de rapporter, une cavité articulaire formée par une substance ligamenteuse, naissant de la circonférence des surfaces de la fracture. Les trois autres ne présentaient pas de cavité; mais les surfaces de la rupture osseuse donnaient

par-tout naissance à une substance comme ligamenteuse, ou à une substance nouvelle, flexible, étendue directement de tous les points d'une surface fracturée à l'autre, de manière à produire un ligament articulaire cylindrique et solide. Nous avons vu une fois, dans un cas de déplacement considérable, cette substance s'implanter par une extrémité, non sur la surface de la rupture, mais sur l'un de ses côtés.

Lorsque la cavité de la fausse articulation existait, nous l'avons toujours trouvée, le vingt-septième jour au plus tard, contenant un peu de liquide épais, filant, visqueux, semblable à la synovie. Ses parois perdaient intérieurement la couleur rosée, et devenaient lisses, polies à mesure que la fracture était plus ancienne. La substance, au milieu de laquelle était la cavité fibreuse, élastique, paraissait rouge dans son intérieur, lorsque la fracture était encore nouvelle, blanchâtre au dehors, où elle prenait l'aspect des fibro-cartilages, et même par places, celui des cartilages parfaits. Cette substance existait autour des surfaces de la fracture, en se continuant avec les ossifications également accidentelles qui entouraient les bouts des fragments; d'où l'on voit que sa disposition était en quelque sorte celle des capsules fibreuses articulaires.

Cette comparaison paraîtra encore plus juste, si l'on considère que quelquefois, comme nous l'avons vu, les surfaces de la fracture deviennent à la longue d'un blanc opaque, qu'elles offrent par-tout le glissant et le lisse des membranes synoviales, et sont évidemment encroûtées d'un cartilage semblable aux cartilages diarthrodiaux. Quatre-vingt-cinq jours après une fracture, suffisent chez les chiens pour amener cet état (1).

Quelle que soit la disposition d'un appareil de fausse articulation, des

(1) Le point de doctrine qui nous occupe actuellement est encore un sujet de controverse, puisque des chirurgiens, dont le sentiment est d'un grand poids, disent n'avoir jamais trouvé dans les articulations contre nature du fémur et de l'humérus qu'ils ont disséquées chez l'homme, rien qui puisse être comparé à une articulation mobile ordinaire. C'est pourquoi nous allons rapporter ici un précis des expériences faites par M. le professeur Chaussier, dont les résultats sont entièrement conformes à ceux que nous avons obtenus.

Ce savant médecin a, par une opération convenable, fait sortir la tête du fémur de sa cavité coxale; puis, ayant scié l'os plus ou moins bas au-dessous du trochanter, il a rapproché les chairs et abandonné les animaux aux soins de la nature.

En les examinant à des époques plus ou moins éloignées de la formation de la cicatrice, il a

vaisseaux extrêmement nombreux, faciles à injecter dans les premiers temps, et dont la direction générale est d'un fragment à l'autre, parcourent cet appareil. Nous avons, dans un cas d'esquille, fait pleuvoir dans la cavité qui la contenait, la matière d'une injection.

Les muscles et le tissu cellulaire se comportent dans tous les temps, sur l'appareil d'une articulation mobile accidentelle, comme sur la tumeur du cal d'une fracture simple que cet appareil représente. Les portions de ce dernier que nous avons trouvées cartilagineuses, ou même avec un point osseux, attestent la tendance qu'il a, pendant quelque temps au moins, à s'ossifier; cette seule circonstance prouverait, indépendamment de tant d'autres, qu'on doit le considérer comme une aberration du cal.

On voit par tout ce que nous avons dit dans ce chapitre, que le travail du cal se fait ici autour des fragments et dans la cavité de la moelle, tout comme dans les cas ordinaires où la substance du cal s'ossifie entièrement: seulement l'ossification ne s'étend point à l'intervalle des fragments, qui, d'ailleurs, restent le plus souvent, au moins dans nos expériences, séparés l'un de l'autre par une cavité diarthrodiale accidentelle.

reconnu que les muscles avaient rapproché l'extrémité du fémur de l'un des points de l'ischium; que l'extrémité amputée était arrondie, encroûtée d'une substance cartilaginiforme; que le point de l'ischium, sur lequel elle appuyait, avait pris aussi l'apparence cartilagineuse, et présentait quelquefois une fossette articulaire plus ou moins profonde; que le tissu lamineux formait autour de cette articulation nouvelle une sorte de capsule membraneuse dans laquelle était contenu un fluide séreux plus ou moins abondant. Sur l'un des chiens qui avaient servi à ces expériences, l'extrémité du fémur, quatre ans après l'opération, était attachée à l'ischium par une substance ligamento-cartilagineuse, qui la fixait sur cet os et lui permettait la mobilité en différents sens. (Bulletin des sciences par la société philomathique, Paris, germinal an VIII, n° 37 et pag. 97.)

Ces faits sont péremptoires, et le physiologiste profond qui les a observés est une autorité irrécusable. Si ces expériences ne démontrent pas qu'il y avait une véritable synovie dans la cavité des articulations nouvelles, elles prouvent au moins l'existence de cette cavité et qu'elle contenait un liquide.

M. le professeur Lallement nous a permis dernièrement d'examiner une pièce fort curieuse provenant d'un sujet mort à l'hospice de la Salpêtrière. Une luxation du fémur s'était opérée en haut et en dehors, et dans ce point la tête de l'os de la cuisse s'était creusé une cavité articulaire. Un rebord osseux, analogue à celui de la cavité cotyloïde, existait dans toute la circonférence de cette fosse articulaire, qui se trouvait pourvue d'un cartilage diarthrodial bien marqué et bien distinct. Sans doute cette fausse articulation avait été de longues années à se former.

CONCLUSION DES DEUX CHAPITRES PRÉCÉDENTS.

Theorie du cal.

La cicatrice des os fracturés, ou le cal, ne dépend pas exclusivement de l'épanchement d'un fluide particulier, qui se concrète et passe graduellement à l'état osseux; de l'ossification du périoste gonflé, allongé ; non plus que de celle de bourgeons charnus développés sur la cassure. Mais elle est souvent le résultat de toutes ces circonstances réunies, ou de plusieurs d'entre elles ; et, dans tous les cas, la conséquence plus ou moins directe d'une série d'altérations qui s'observent dans les parties molles avoisinant immédiatement la fracture, comme le périoste, le tissu médullaire ou dans la cavité des os, dans leur tissu même, enfin dans la substance intermédiaire aux fragments.

Nous ne reviendrons pas sur toutes ces altérations. Nous ferons seulement remarquer que, loin de s'étayer sur un seul phénomène, loin de ne reconnaître qu'une cause unique, l'explication de la formation du cal, ou plutôt l'histoire de son développement, doit être fondée sur tout ce qui le prépare, l'amène ou le constitue. En le considérant ainsi dans les fractures simples, on conclura que les phénomènes principaux qui ont lieu dans sa formation, sont: 1° l'extravasation et la concrétion, entre les fragments, d'un peu de sang versé par les vaisseaux rompus ;

2° Un suc d'abord visqueux qui s'épanche ou est sécrété, entre le périoste et l'os, et paraît aussi provenir des surfaces de la cassure et des parties molles ;

3° L'épaississement graduel de ces matières qui se confondent ensemble et établissent des adhérences chaque jour plus fortes entre les parties, et leur passage à l'état de *substance rouge intermédiaire aux fragments* (1) ;

4° La cicatrice ou réunion du périoste et des parties molles également engorgées et durcies qui le recouvrent immédiatement avec la substance intermédiaire aux fragments ;

5° Le rétrécissement de la cavité médullaire, d'abord par une sorte

(1) Ne pourrait-on pas comparer le suc visqueux avec lequel se mêle un peu de sang, et les modifications successives qu'il présente, au *cambium* des plantes, et aux changements que ce principe organique des végétaux éprouve dans le travail des cicatrices et de la végétation ordinaire? (*Voy.* Essais sur l'organisation des plantes, par M. Aubert du Petit Thouars. Essai 9e.)

de cartilage, ensuite par un tissu osseux, lesquels se continuent avec la substance intermédiaire aux fragments;

6° L'ossification successive, précédée des états comme fibreux et fibro-cartilagineux de toute la tumeur du cal, et de la substance intermédiaire aux fragments, ce qui rétablit entre ceux-ci la continuité osseuse;

7° Le retour des parties molles qui environnent la fracture, puis celui du périoste, à leur état naturel;

8° Enfin la diminution de la tumeur, et le rétablissement graduel de la cavité et du tissu médullaire.

Quand on cherche à établir un parallèle entre le développement du cal, cicatrice des os, et les cicatrices des parties molles, on trouve, 1° qu'une fois à l'état osseux, la substance du cal a de commun avec l'os primitif, d'avoir les mêmes propriétés physiques, la même organisation, une cavité remplie par la moelle, et un véritable périoste; 2° que dans les commencements, le cal se rapproche des os ordinaires, en ce qu'il est mou avant d'acquérir les états cartilagineux et osseux, mais qu'il en diffère par l'apparence d'un tissu fibreux ou fibro-cartilagineux, et par la durée extrêmement courte du cartilage.

Comparé aux cicatrices des parties molles, le cal des fractures simples semble en différer, sur-tout par l'augmentation constante de volume des bouts de la fracture, effet qui, au premier examen, ne paraît guère s'accorder avec l'identité que beaucoup de personnes admettent entre le cal et la cicatrice par bourgeons charnus des parties molles. Le cal semble, au contraire, se rapprocher des cicatrices obtenues par première intention, puisque, entre les fragments, et même entre le périoste et l'os, il y a une substance qu'on peut regarder comme analogue à la fausse membrane interposée entre les lèvres de la plaie, substance qui, comme cette fausse membrane, ou celle qui unit les deux feuillets de la plèvre, du péritoine, etc., change de nature, s'organise, et rétablit bientôt la circulation interceptée d'un fragment à l'autre; mais cette sorte de pseudo-membrane (si, malgré sa forme, on peut lui donner ce nom) diffère essentiellement de celle qui réunit les parties molles, en ce qu'elle se gonfle longtemps encore après qu'elle est organisée, acquiert souvent une épaisseur considérable, et finit par s'ossifier.

Enfin, il vient une époque où le cal est parfait; dès lors il est une partie de l'os, et ne peut en être distingué. Les moyens qu'emploie la na-

ture pour amener tous ces changements, tous ces phénomènes, sont absolument ignorés ; nous n'en connaissons que les résultats, et ce sont eux seulement que nous avons essayé de décrire.

Dans la consolidation des os fracturés, comme dans la cicatrisation des plaies, il faut donc distinguer la réunion des parties sans suppuration, de celle qui s'opère avec la sécrétion du pus. Quel que soit le tissu où la cicatrice doive se faire, les procédés de la nature sont les mêmes pour réunir nos tissus et leur rendre la continuité qu'ils ont perdue ; mais partout on peut distinguer une réunion par première, et une réunion par seconde intention. Les os eux-mêmes offrent ces deux modes de cicatrisation, et il paraît que les phénomènes diffèrent dans l'une et l'autre circonstance, pour conduire au même résultat. Une différence que semble offrir le cal comparé avec la cicatrice des parties molles, c'est le développement d'une substance dont l'existence doit être temporaire, et que l'on trouve à l'extérieur des fragments ou dans la cavité médullaire. Cette substance n'est peut-être que beaucoup plus marquée dans les os fracturés, que dans les solutions de continuité des autres tissus, parce que ces organes doués d'un degré de vitalité moins élevé, la substance dont l'existence n'est que temporaire, peut être observée plus long-temps et plus facilement ; peut-être aussi que cette substance est plus abondante, plus distincte dans les os, que dans les autres tissus, parce qu'elle y joue un plus grand rôle. Non-seulement elle sert à la cicatrisation, mais encore elle tend à s'opposer au déplacement des parties, elle conserve leurs rapports, ou contribue à corriger les inconvénients produits par le manque de contact entre les surfaces de la solution de continuité.

Si nous pouvions observer des fractures sans aucun changement dans les rapports des fragments, sans mobilité dans les bouts de l'os, et cet os, pourvu d'une force de vitalité semblable à celle des parties molles, nous verrions probablement le cal présenter dans sa formation et sa disposition une identité parfaite avec la cicatrisation par première intention dans les autres tissus. Nous nous proposons de donner plus de développement à ces idées, et de démontrer le mécanisme et le rôle important que joue l'inflammation adhésive dans l'économie animale, dans un ouvrage sur l'anatomie pathologique, qui suivra de près la publication de cette ébauche.

Quoique nous ne placions pas dans le périoste l'ossification extérieure à l'os, et qui forme une partie du cal provisoire, nos idées sur le cal, et qui

sont fondées sur nos expériences, ne diffèrent pas de celles que professe M. Dupuytren. Nous dirons même que nos observations confirment tout ce qu'il a avancé, et donnent la démonstration de presque toutes les propositions qu'il a émises sur ce sujet. Ainsi que ce professeur, nous avons reconnu l'existence d'une substance dont la durée est temporaire ; M. Dupuytren la nomme cal provisoire, et il la trouve dans l'ossification du périoste. Suivant nous, c'est moins dans cette membrane, qui cependant s'engorge et s'épaissit, qu'entre elle et la surface de l'os que se forme une substance osseuse qui s'engage entre les fragments, et occupe l'extrémité de la cavité médullaire correspondante à la fracture.

Tant qu'existe cette substance, soit à l'extérieur, soit sur-tout dans la cavité médullaire, l'os n'est pas rendu à son état primitif, la cicatrisation n'est pas achevée, et les parties n'ont pas la solidité qu'exige le libre exercice de leurs fonctions. Alors on peut encore imprimer à l'os telle ou telle direction, et si le corps appuyait sur lui, il pourrait fléchir et se courber vicieusement. Ce cal provisoire peut bien jusqu'à un certain point s'opposer au déplacement ; mais il n'a pas assez de force et de résistance pour conserver à l'os sa direction convenable. Plus tard, cette substance diminue et disparaît plus ou moins complétement ; le canal médullaire se rétablit, la substance intermédiaire aux fragments prend plus de solidité, elle s'identifie à l'os et n'en diffère plus. Alors le cal est définitif, le travail de la consolidation est achevé, l'organe a recouvré toute sa solidité, et il est apte à remplir toutes ses fonctions.

Ce simple aperçu démontrera sans doute l'importance de cette distinction de deux époques, dans la consolidation des os fracturés. Nous pourrions chercher à faire quelques applications de ces considérations, à la pratique de la chirurgie, et nous appuyer de plusieurs observations recueillies dans les hôpitaux ; mais ce travail doit être fait sur un plan très-vaste, et avec toute la supériorité que donnent de grands talents et une profonde expérience, par une personne que nous devons nous abstenir de nommer. Nous aurons obtenu une partie des avantages que nous cherchions en entreprenant ces recherches, si elles paraissent, comme nous le pensons, confirmer la théorie basée sur l'existence de deux espèces de cal, et si elles font sentir les avantages de cette distinction dans la pratique de l'art.

Nisi utile est quod facimus, stulta est gloria.

CICERO.